



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

“ELABORACIÓN DE HAMBURGUESAS CON LA ADICIÓN DE *Aloe vera*”

TRABAJO DE TITULACIÓN  
TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL

Previo la obtención del título de:  
INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA:  
VERÓNICA ALEXANDRA LALÓN PINDUISACA

Riobamba – Ecuador

2017

Este Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.C Manuel Enrique Almeida Guzmán  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Manuel Euclides Zurita León  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Ing. M.C. Paúl Roberto Pino Falconí  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 17 de agosto de 2017.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo verónica Alexandra Lalón Pinduisaca con CI. 060434421-8 declaro que el presente trabajo de titulación es de mi auditoria, y que los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica d los contenidos de este trabajo de titulación.

---

Verónica Alexandra Lalón Pinduisaca  
CI. 060434421-8

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por haberme dado salud y vida, así como fortaleza para poder seguir adelante todos los días.

Mi gratitud, muy especial a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, por haberme abierto las puertas y permitirme adquirir sabios conocimientos para mi formación académica.

A mis padres por ser apoyo incondicional en todo momento, quienes con su esfuerzo y sacrificio me han guiado por el camino del bien, para cumplir con las metas que me he planteado.

A los señores miembros del tribunal Ing. MC. Manuel Zurita director del trabajo de titulación, Ing. MC. Paúl Pino asesor del mismo, Ing. MC. Manuel Almeida presidente de tribunal; quienes con su ayuda y apoyo supieron guiarme adecuadamente hasta culminar el presente trabajo investigativo.

A todos y a cada uno de mis amigos, compañeros y maestros quienes estuvieron presentes en los momentos oportunos para brindarme el apoyo necesario

Verónica Lalón.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo quiero dedicar con todo cariño y amor a mis queridos y adorados padres César Lalón y María Pinduisaca por ser los pilares fundamentales quienes con su orientación, dedicación y ejemplo supieron guiarme en el camino del saber, apoyándome siempre de manera incondicional, tanto económico como moralmente están presente en cada instante de mi vida, llegando así a culminar un sueño más de mi etapa estudiantil.

A mi esposo Israel Chafla y mi querida hija Pamela Chafla por estar pendiente en cada momento de mi vida, gracias por brindarme esa paciencia, confianza y lo más esencial el amor

A mis maestros, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría y conocimientos que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional. Y a todos aquellos que participaron directa e indirectamente en la elaboración de esta investigación.

A todos ustedes, con todo cariño...

¡Muchas gracias!

Verónica Lalón.

## CONTENIDO

	Página
<b>Resumen</b>	<b>v</b>
<b>Abstract</b>	<b>vi</b>
<b>Lista de Cuadros</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Gráficos</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de Anexos</b>	<b>ix</b>
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. CARNE	3
1. <u>Importancia</u>	3
2. <u>Definiciones</u>	4
a. Carne	4
b. Carne molida	4
c. Producto cárnico procesado	4
d. Productos cárnicos crudos	5
e. Productos cárnicos preformados	5
f. Hamburguesa	5
g. Aditivo alimentario	5
h. Especias	5
B. HAMBURGUESA	6
1. <u>Generalidades</u>	6
2. <u>Origen</u>	6
3. <u>Definición</u>	7
4. <u>Ingredientes para la elaboración de hamburguesa</u>	8
a. Carne	8

b. Grasa de cerdo	8
c. Conservantes y aditivos	9
1) <u>Sal</u>	9
2) <u>Azúcar</u>	9
3) <u>Nitratos y nitritos</u>	9
4) <u>Tripolifosfato de sodio</u>	10
d. Especies y condimentos	10
5. <u>Composición química</u>	10
6. <u>Requisitos bromatológicos</u>	11
7. <u>Requisitos microbiológicos</u>	12
8. <u>Proceso de elaboración de la hamburguesa</u>	12
a. Recepción de la carne	13
b. Predesmenuzado	13
c. Picado	13
d. Amasado	13
e. Moldeo y extrusión	14
f. Envasado y etiquetado	14
C. ALIMENTOS FUNCIONALES	14
D. ALOE VERA	15
1. <u>Características e importancia</u>	15
2. <u>Origen e historia del Aloe vera</u>	16
3. <u>Características botánicas de la planta</u>	17
4. <u>La sábila en el Ecuador</u>	18
5. <u>Obtención del gel de Aloe vera</u>	18
6. <u>Caracterización química</u>	19
7. <u>Propiedades del Aloe vera</u>	20
8. <u>Usos</u>	21

a. Usos medicinales	22
b. En la industria de alimentos	23
E. PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES DEL ALOE VERA	24
1. <u>Vitaminas</u>	24
a. Vitamina A	24
b. Vitamina B1 o tiamina	25
c. Vitamina B2 o riboflavina	25
d. Vitamina B3 o niacina	26
e. Vitamina B6 o piridoxina	26
f. Vitamina B12 o cianocobalamina	26
g. Vitamina C o ácido ascórbico	26
h. Vitamina E o tocoferol	27
i. Colina	27
j. Ácido fólico	27
2. <u>Minerales</u>	28
a. Calcio y fósforo	28
b. Potasio y sodio	28
c. Hierro	29
d. Magnesio	29
e. Manganeseo	29
f. Zinc	29
g. Cobre	30
h. Cromo	30
3. <u>Aminoácidos esenciales y secundarios</u>	30
4. <u>Enzimas</u>	31
5. <u>Fibra</u>	31
6. <u>Monosacáridos y polisacáridos</u>	31



7. <u>Lignina, saponinas y antraquinonas</u>	32
a. Lignina	32
b. Saponinas	32
c. Antraquinonas	32
F. CONTROL DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS	33
1. <u>Calidad sanitaria</u>	33
2. <u>Calidad sensorial</u>	34
3. <u>Parámetros Sensoriales</u>	35
a. Color	35
b. Textura	35
c. Dureza	35
d. Jugosidad	36
e. Aroma y sabor	36
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	37
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	37
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	37
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	37
1. <u>Materiales</u>	37
2. <u>Ingredientes para la elaboración de la hamburguesa</u>	38
3. <u>Equipos</u>	38
4. <u>Instalaciones</u>	38
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	39
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	39
1. <u>Composición bromatológica</u>	39
2. <u>Valoración microbiológica</u>	40
3. <u>Valoración organoléptica</u>	40
4. <u>Análisis económico</u>	40

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	40
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	41
1. <u>Obtención del gel de Aloe vera</u>	41
2. <u>Elaboración de las hamburguesas</u>	41
3. <u>Programa sanitario</u>	43
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	43
1. <u>Composición bromatológica</u>	43
2. <u>Valoración microbiológica</u>	44
3. <u>Valoración organoléptica</u>	44
4. <u>Análisis económico</u>	44
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	45
A. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	45
1. <u>Humedad, %</u>	45
2. <u>Materia seca, %</u>	46
3. <u>Proteína, %</u>	47
4. <u>Grasa, %</u>	49
5. <u>Cenizas, %</u>	50
6. <u>Fibra, %</u>	51
B. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA	52
1. <u>Aerobios mesófilos, UFC/g</u>	53
2. <u>Coliformes totales, UFC/g</u>	53
3. <u>Escherichia coli, UFC/g</u>	54
C. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	55
1. <u>Color, 10 puntos</u>	55
2. <u>Olor, 10 puntos</u>	56
3. <u>Sabor, 10 puntos</u>	57
4. <u>Textura, 10 puntos</u>	58

5. <u>Apariencia, 10 puntos</u>	58
6. <u>Total, 50 puntos</u>	59
D. ANÁLISIS ECONÓMICO	61
1. <u>Costo de producción, USD/kg</u>	61
2. <u>Beneficio/costo (B/C)</u>	62
V. <u>CONCLUSIONES</u>	63
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	64
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	65
ANEXOS	73

## RESUMEN

En el Centro de Producción de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la ESPOCH, se elaboró hamburguesas con la adición de diferentes niveles de *Aloe vera* (1, 2, 3%), comparado con un tratamiento control (0%), la misma que tuvo una duración de 60 días. Utilizando 12 unidades experimentales de 2 kg de carne preparada, distribuidos bajo un DCA; los resultados experimentales fueron procesados en el Software Estadístico SPSS Versión 21, en que se realizaron los análisis de varianza y la separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de significancia de  $P < 0.05$ . Determinando que con el empleo del 3 % de *Aloe vera*, las hamburguesas presentaron un contenido de humedad (62.71 %), de proteína (21.17 %), grasa (6.77 %) y fibra (0.28 %). Mientras en el análisis microbiológico se reportó ausencia de *Escherichia coli*, se registró presencia de Aerobios mesófilos y Coliformes totales en cantidades que no superan los límites establecidos por la Norma INEN 1338:2012, siendo considerado un producto apto para el consumo. En cuanto al análisis sensorial, al utilizar el 3% de *Aloe vera* se tuvo una mayor aceptación por parte de los consumidores debido que presentó mejores características organolépticas. Al utilizar 3% de *Aloe vera*, se determinó el menor costo de producción de (5.78 USD/kg) y una mayor rentabilidad económica (B/C de \$1.30). Por lo que se recomienda elaborar hamburguesas con la adición de 3% de *Aloe vera* ya que tuvo la mayor aceptación por los degustadores y la rentabilidad más alta.

## ABSTRACT

In the Meat Production Center of the Facultad de Ciencias Pecuarias at ESPOCH, burgers were made with the addition of different levels of aloe vera (1, 2, 3%) which were compared to a (0%) control treatment for 60 days. Using twelve 2kg experimental units of prepared meat, distributed under a DCA; the experimental results were processed with the SPSS Statistical Software-21st version, in which the analysis of variance and the separation of measures were performed according to the Tukey test at the level of significance of  $P < 0.05$ . It is determined that with the use of 3% of aloe vera the hamburgers had a moisture content of (62.71%), protein (21.17%), fat (6.77%) and fiber (0.28 %). While in the microbiological analysis the absence of *Escherichia coli* was reported, the presence of mesophilic aerobes and total coliforms were recorded in quantities that did not exceed the limits established by the 1338:2012 INEN standard, thus being considered a suitable product for consumption. Regarding to the sensory analysis, by using 3% of aloe, the acceptance by the consumers increased due to it presented better organoleptic characteristics. By using 3% of aloe vera, the lower production cost (5.78 USD/Kg) and a greater economic profitability (1.30 B/C) were determined. Therefore, it is recommended to make burgers with the addition of 3% of aloe vera, since it had more acceptance by the tasters and the profitability is higher.

## LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HAMBURGUESA CRUDA.	11
2.	COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA HAMBURGUESA REHIDRATADA Y LA HAMBURGUESA FRESCA.	11
3.	REQUISITOS BROMATOLÓGICOS PARA LOS PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS.	12
4.	REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS.	12
5.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.	37
6.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	39
7.	ESQUEMA DEL ADEVA PARA LA VALORACIÓN NUTRITIVA.	41
8.	FORMULACIONES PARA ELABORACIÓN DE 2 KG DE HAMBURGUESAS CON DIFERENTES NIVELES DE ALOE VERA.	42
9.	MÉTODOS ANALÍTICOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO DE AGROCALIDAD PARA LA HAMBURGUESA CRUDA.	43
10.	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LAS HAMBURGUESAS ELABORADAS CON DIFERENTES NIVELES DE ALOE VERA.	45
11.	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICA EN LAS HAMBURGUESAS ELABORADAS CON DIFERENTES NIVELES DE ALOE VERA.	52
12.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LAS HAMBURGUESAS ELABORADAS CON DIFERENTES NIVELES DE ALOE VERA	55
13.	ANÁLISIS ECONÓMICO (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE HAMBURGUESAS CON DIFERENTES NIVELES DE ALOE VERA.	61

## LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Comportamiento del contenido de humedad (%) en las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.	46
2.	Comportamiento del contenido de materia seca (%) en las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.	47
3.	Comportamiento del contenido de proteína (%) en las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.	48
4.	Comportamiento del contenido de grasa (%) en las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.	49
5.	Comportamiento del contenido de cenizas (%) en las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.	51
6.	Comportamiento del contenido de fibra (%) en las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.	52
7.	Valoración organoléptica del color (puntos) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.	53
8.	Presencia de Aerobios mesófilos (UFC/g) en las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.	54
9.	Comportamiento de los Coliformes totales (UFC/g) en las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.	56
10.	Valoración organoléptica del olor (puntos) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.	56
11.	Valoración organoléptica del sabor (puntos) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera	57
12.	Valoración organoléptica de la textura (puntos) de las hamburguesa elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.	58
13.	Valoración organoléptica de la apariencia (puntos) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.	59
14.	Valoración organoléptica total (puntos) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.	60

15. Costos de producción (Dólares/kg) de hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.



## LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Reporte de los resultados del análisis bromatológico de la hamburguesa elaborada con diferentes niveles de Aloe vera, realizados en el Laboratorio de Bromatología y Microbiología de Agrocalidad.
2. Resumen de los resultados experimentales del análisis nutricional de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.
3. Análisis del contenido de humedad (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.
4. Análisis del contenido de materia seca (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.
5. Análisis del contenido de proteína (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.
6. Análisis del contenido de grasa (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.
7. Análisis del contenido de cenizas (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.
8. Análisis del contenido de fibra (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.
9. Resultados experimentales del análisis nutricional de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.
10. Análisis de la presencia de Aerobios mesófilos (UFC/g), en las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera (Valores ajustados por medio de Ln).
11. Análisis de la presencia de Coliformes totales (UFC/g), en las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera (Valores ajustados por medio de Ln).
12. Resultados experimentales del análisis organoléptico de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.
13. Análisis estadístico de la valoración organoléptica del color de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.
14. Análisis estadístico de la valoración organoléptica del olor de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.

15. Análisis estadístico de la valoración organoléptica del sabor de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.
16. Análisis estadístico de la valoración organoléptica de la textura de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.
17. Análisis estadístico de la valoración organoléptica de la apariencia de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe
18. Análisis estadístico de la valoración organoléptica de la valoración total de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A través de la historia el consumo de carne como alimento ha mantenido una posición primordial, tanto social como económica. La carne es uno de los alimentos más nutritivos para consumo humano debido a su aporte en proteínas de alto valor biológico, grasas, vitaminas y minerales (Cruz, M. 2007).

Sin embargo, la carne es un producto perecedero, su naturaleza orgánica la hace susceptible de alteraciones fáciles de desarrollarse con el tiempo, cuando no existen las condiciones favorables para evitar las acciones diversas que la conducen en último extremo a la descomposición. Las carnes se deben someter a procedimientos que permitan mantener las características y condiciones del producto fresco con plenitud en su valor nutritivo y comercial. Así mismo, cabe destacar que la tecnología en carnes no busca mejorar la calidad de ésta sino de conservarla para ofrecer al consumidor un producto sano, higiénico y económico. Entonces la tecnología en cárnicos se ubica en primer plano hacia la conservación de la calidad de la materia prima (Fonseca, M. 2017).

Los consumidores, exigen cada vez más, productos procesados bajo estrictas normas de higiene. Los mercados tienden hacia el consumo de productos “sanos” bajos en grasa y con conservadores naturales. Las tendencias de consumo hacia productos de rápida preparación, fácil conservación y desde luego, fáciles de adquirir y entre estos el producto que ha tenido mayor auge es la hamburguesa, que es un producto molido, fresco que se prepara con carne de diferentes especies entre ellas la de res, mezclada con grasa de cerdo y aumentado con harinas y/o almidones y que debe ser congelada para su conservación (Bustacara, A. y Joya, F. 2007).

El consumo mundial de hamburguesas es bastante grande, y se puede decir que abre una página social dentro del mundo gastronómico. Por ejemplo, algunas de las cadenas de comida rápida como McDonald's han llegado a vender cerca de 12 hamburguesas por habitante en todo el mundo, y en algunos países como EEUU cada estadounidense come de media 3 hamburguesas a la semana (Orozco, H. 2013).

En la industria cárnica, las nuevas tendencias de consumo se han enfocado principalmente a productos económicos, bajos en grasa y colesterol, lo cual ha determinado la expansión de la oferta de este tipo de productos cárnicos a nivel mundial, de esta manera aparecen los alimentos funcionales que son aquellos que además de sus efectos nutricionales habituales, tienen compuestos biológicos (nutrientes o no nutrientes), con efecto selectivo positivo añadido sobre una o varias funciones del organismo y que presentan efectos beneficiosos para la salud, mejorándola o reduciendo el riesgo de sufrir enfermedades (Cruz, I. 2012).

Por lo que en este sentido, se propuso elaborar una hamburguesa con la inclusión de diferentes niveles de *Aloe vera*, puesto que es una de las plantas con más propiedades por ejemplo su acción desinfectante, antiviral, antibacterial, laxante, protección contra la radiación, antiinflamatorio e inmunoestimulador. Desde el punto de vista de la nutrición humana, los científicos han identificado más de 75 compuestos en el *Aloe vera*; principalmente vitaminas, minerales, enzimas y aminoácidos. Por lo tanto, esta planta puede aportar componentes nutricionales como materia prima para la elaboración de alimentos funcionales, considerados en la actualidad como los alimentos del futuro. Así, el *Aloe vera* puede convertirse en una excelente fuente de productos químicos nutricionales para el desarrollo y comercialización de nuevos productos para la industria de alimentos (Vega, A. 2005).

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Elaborar hamburguesas con diferentes niveles de *Aloe vera* (1, 2, 3%).
- Evaluar las características bromatológicas, microbiológicas y organolépticas de la hamburguesa con la adición de *Aloe vera*.
- Determinar el mejor nivel de *Aloe vera* para la elaboración de hamburguesas.
- Determinar el costo de producción y su rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. CARNE**

#### **1. Importancia**

La ciencia alimentaria ha definido claramente la relación existente entre alimento y necesidades nutritivas del organismo humano: ha puntualizado la importancia de los componentes proteicos de la dieta, asignando a la carne un papel primordial en el aporte de elementos indispensables para una nutrición correcta, como los aminoácidos esenciales. Debido a la composición en proteínas, grasas, tejido conectivo, sales minerales y vitaminas de las hamburguesas y a la posible incorporación a las mismas de hidratos de carbono, los dietólogos debieran tener en cuenta este alimento a la hora de sus formulaciones, tanto para individuos aislados como para comedores colectivos (García, G. y Sanz, B. 1986).

La carne es un alimento muy importante, ya que se puede consumir tanto cruda, como elaborada o transformada. Debido al valor nutritivo de la carne y productos cárnicos, aumenta constantemente su consumo. Las personas comen carne por tradición por su valor nutritivo, disponibilidad, variedad, capacidad de saciar el apetito y costumbre social. La intensidad de la satisfacción que deriva del sabor de la carne depende de las respuestas psicológicas y sensoriales que son singulares para cada individuo. La carne tiene un 20% de proteína de alto valor biológico y cumple con lo recomendado por la FAO. Las proteínas son los componentes estructurales de la carne y son las que dan tanto su valor nutricional y la dureza de la carne. La suavidad es un atributo presente para determinar la calidad de la carne y esta determinará la aceptabilidad del consumidor por esta (Cruz, M. 2007).

En Ecuador se faenan alrededor de 970.000 reses al año, con un promedio de 500 libras de carne por animal, dando un total de 485 millones de libras disponibles para el consumo local. Para Teófilo Carvajal, presidente de la Federación Nacional de Ganaderos (Fedegan), esto no solo es suficiente para satisfacer la demanda de la mesa familiar, de restaurantes y hoteles, sino también

de las empresas que producen carne molida para hamburguesas. En Ecuador hay ganado de primera calidad del que se puede extraer el insumo para elaborar el producto tal y como lo requiere el sector de comida rápida, únicamente añadiéndole el contenido específico de grasas y las especias que le dan el sabor y la textura característicos. La parte de la res ideal para dicha preparación es la falda, porque tiene una textura más fibrosa (El telégrafo. 2014).

## **2. Definiciones**

Para efectos de entender que es hamburguesa, se considera necesario citar las definiciones que el Instituto Ecuatoriano de Normalización. (INEN. 2012), establece en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012.

### **a. Carne**

Tejido muscular estriado en fase posterior a su rigidez cadavérica (post rigor), comestible, sano y limpio, de animales de abasto que mediante la inspección veterinaria oficial antes y después del faenamiento son declarados aptos para consumo humano. Además se considera carne el diafragma y músculos maceteros de cerdo, no así los demás subproductos de origen animal (INEN. 2012).

### **b. Carne molida**

Es la carne apta para el consumo humano, dividida finamente por procedimientos mecánicos y sin aditivo alguno (INEN. 2012).

### **c. Producto cárnico procesado**

Es el producto elaborado a base de carne, grasa, vísceras u otros subproductos de origen animal comestibles, con adición o no de sustancias permitidas, especias o ambas, sometido a procesos tecnológicos adecuados. Se considera que el producto cárnico está terminado cuando ha concluido con todas las etapas de procesamiento y está listo para la venta (INEN. 2012).

**d. Productos cárnicos crudos**

Son los productos que no han sido sometidos a ningún proceso tecnológico ni tratamiento térmico en su elaboración (INEN. 2012)

**e. Productos cárnicos preformados**

Son mezclas de carnes, no emulsionadas, adicionadas de aditivos y otros ingredientes permitidos, a las que se les da una forma determinada por medio de moldeo (INEN. 2012).

**f. Hamburguesa**

Es la carne molida (o picada) de animales de abasto homogeneizada y preformada, cruda o precocida y con ingredientes y aditivos de uso permitido (INEN. 2012).

**g. Aditivo alimentario**

Son sustancias o mezcla de sustancias de origen natural o artificial, de uso permitido que se agregan a los alimentos modificando directa o indirectamente sus características físicas, químicas y/o biológicas con el fin de preservarlas, estabilizarlas o mejorar sus características organolépticas sin alterar su naturaleza y valor nutritivo (INEN. 2012).

**h. Especies**

Producto constituido por ciertas plantas o partes de ellas que por tener sustancias saborizantes o aromatizantes se emplean para aderezar, aliñar o modificar el aroma y sabor de los alimentos (INEN. 2012).

## **B. HAMBURGUESA**

### **1. Generalidades**

El nombre de hamburguesa proviene de un embutido alemán, hecho con carne de vaca, cortado comúnmente en finas rodajas antes de su consumo. En EE.UU., la única carne que se admite en la composición de las hamburguesas es la procedente de ganado vacuno. En cambio, en otros países (incluido el Ecuador), se consumen hamburguesas fabricadas con carne de pollo, de cerdo, de cordero o de vaca, con mezclas de algunas de ellas (García, G. y Sanz, B. 1986).

Díaz, L. (2013), menciona que la hamburguesa se ha arraigado en la sociedad norteamericana como un alimento nacional y posteriormente se ha globalizado, debido en parte a la expansión de las franquicias de cadenas de restaurantes de comida rápida. La hamburguesa cumple en la actualidad un siglo de existencia, y su inicial popularidad junto con sus debates han hecho de ella un alimento polémico y adorado al mismo tiempo.

Orozco, H. (2013), manifiesta que el consumo mundial de hamburguesas es bastante grande, y se puede decir que abre una página social dentro del mundo gastronómico. Por ejemplo, algunas de las cadenas de comida rápida como McDonald's han llegado a vender cerca de 12 hamburguesas por habitante en todo el mundo, y en algunos países como EE. UU., cada estadounidense come de media a 3 hamburguesas a la semana. El empleo gastronómico de la hamburguesa es tan mundial que se emplea como un indicador de la economía de los países en el llamado «Índice Big Mac», que es una tabla de 120 países en la que se expone cuánto vale (en dólares) una hamburguesa en distintos lugares del mundo.

### **2. Origen**

Eshun, K. (2016), reporta que existen dos teorías que explican su nacimiento. Una indica que este plato, basado en un trozo de carne picada mezclada con cebolla y cocinado a la parrilla, que se coloca entre dos rodajas de pan a modo de



sándwich, proviene de Hamburgo, Alemania. Se dice que fue llamado originalmente el bistec de Hamburgo, pero con el tiempo su nombre derivó en hamburguesa. La otra historia señala que Fletcher Davis, un tejano creativo de Henderson County, es el padre de este popular platillo. Lo que sí es totalmente aceptado es que fue en 1904 en la Feria Mundial de San Luis, según lo que reseña un artículo del New York Tribune de la época, cuando se le presentó a Norte América este bocadillo.

### **3. Definición**

Edge, J. (2005), señala que la hamburguesa es un producto cárnico crudo; no embutido que se moldea en formas cuadradas y circulares para posteriormente congelarse, es un producto cárnico procesado, sometido o no a tratamiento térmico, elaborado con base en carne de animales de abasto y con la adición de sustancias de uso permitido.

El INEN. (2012), reporta que hamburguesa, es la carne molida (o picada) de animales de abasto homogeneizada y preformada, cruda o precocida y con ingredientes y aditivos de uso permitido.

Valdiviezo, V. (2010), señala que el Instituto Colombiano Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), define a la hamburguesa como el producto elaborado en base a carne picada, con el agregado de sal, un resaltador de sabor y un antioxidante (ácido ascórbico más conocido como vitamina C). Su contenido de grasa no puede exceder el 20%. Debe utilizar carne picada y no está permitido el uso de menudencias ni la utilización o el agregado de colorantes.

El Comité Técnico de Normalización (1998), establece en la Norma Venezolana COVENIN 2127:1998, que hamburguesa es el producto elaborado a base de carne de bovino, porcino, aves o de sus combinaciones molida, adicionada o no de especias, condimentos y aditivos, mezclada y moldeada o formada en unidades separadas y sometida a un proceso físico adecuado de conservación.

#### **4. Ingredientes para la elaboración de hamburguesa**

##### **a. Carne**

El ingrediente principal de la hamburguesa, suele ser la carne de res. Para elegir la carne debe tomarse en cuenta su color y su estado (que no haya descomposición); la carne debe provenir de animales sanos, y tratados higiénicamente durante su matanza (Beltrán, C. 2014).

La carne debe de ser de fibra consistente, bien coloreada y seca. En la elaboración de productos cárnicos crudos la zona de pH más apropiada está entre 5,5 y 5,8 (cerca al punto isoelectrico), en la cual la carne posee una estructura abierta, es decir, las fibras musculares están ampliamente separadas unas de otras y así, la sal, sustancias curantes y otros aditivos pueden penetrar más fácilmente en el interior de las piezas de carne (Pulla, P. 2010).

##### **b. Grasa de cerdo**

El término grasa comprende todas las especies de lípidos, incluyendo los triglicéridos, fosfolípidos, esteroides y ésteres de esteroles; los lípidos se encuentran en el espacio intermuscular e intramuscular, en el tejido adiposo, en el tejido nervioso y en la sangre. La grasa es la forma energética más concentrada de la que disponen los animales, los lípidos, después de la proteína, son los componentes mayoritarios presentes en las carnes y productos cárnicos. Tienen una gran importancia por las transformaciones bioquímicas que sufre durante la elaboración de los productos cárnicos. La grasa es un componente esencial en la elaboración de la hamburguesa ya que le aporta determinadas características que influyen de forma positiva en su calidad sensorial. Es importante la elección del tipo de grasa, ya que una grasa demasiado blanda contiene ácidos grasos insaturados que aceleran el enranciamiento y con ello la presentación de alteraciones de sabor y color, motivando además una menor capacidad de conservación (Beltrán, C. 2014).

### **c. Conservantes y aditivos**

#### **1) Sal**

La sal es el ingrediente no cárnico más común que se añade a los embutidos. Al preparar embutidos se añade del 1 al 5 % de sal para: impartir sabor; conservar el producto y solubilizar las proteínas. Actúa como conservador retardando el crecimiento bacteriano, es decir que se comporta como agente bacteriostático más que bactericida, su eficacia bacteriostática depende de la concentración de la sal en la salmuera del embutido y no solo de la cantidad total de sal que contiene (Price, J. 2011).

#### **2) Azúcar**

El azúcar contribuye al sabor y aroma de los productos, enmascara el sabor amargo de las sales, pero principalmente sirven de fuente de energía para las bacterias ácido-lácticas (BAL) que a partir de los azúcares producen ácidos lácticos. Los azúcares más comúnmente adicionados a los embutidos son la sacarosa, la lactosa, la dextrosa, la glucosa, el jarabe de maíz, el almidón y el sorbitol (Beltrán, C. 2014).

#### **3) Nitratos y nitritos**

El principal objetivo de la adicción de nitratos y nitritos a los embutidos crudos es la inhibición de microorganismos indeseables como *Clostridium botulinum*, pero también contribuye en la formación del color típico de los productos curados (por formación del complejo nitroso mioglobina), en el desarrollo del aroma a curado (por reacción de varios componentes de la carne con el nitrito o el óxido nítrico) y ejerce un efecto antioxidante (actuando contra los productos generados en los procesos oxidativos de los componentes lipídicos). Las cantidades legalmente autorizadas son de 150 ppm para los nitritos y 300 ppm para los nitratos. Además, las cantidades residuales de nitritos y nitratos en el producto final no deben superar las 50 y 250 ppm, respectivamente (Pulla, P. 2010).

#### **4) Tripolifosfato de sodio**

Se utiliza para aumentar la retención de agua en los productos cárnicos y ayudar a solubilizar las proteínas (Beltrán, C. 2014).

#### **d. Especies y condimentos**

Las especias y condimentos son sustancias aromáticas de origen vegetal que se agregan a los productos cárnicos para conferirles sabores y olores peculiares. Los más conocidos son las cebollas y los ajos que se usan tanto frescos como secos o en polvo, también se encuentran: pimienta blanca, pimienta negra, pimentón, laurel, jengibre, canela, clavos de olor, comino, mejorana, perejil, nuez moscada y tomillo, entre otros (Beltrán, C. 2014).

### **5. Composición química**

García, G. y Sanz, B. (1986), mencionan que dada la enorme variedad de ingredientes y de sus proporciones en la hamburguesa, es difícil, cuando no imposible, generalizar sobre su composición química. Puede haber hamburguesas, y de hecho las hay, muy ricas nutritivamente hablando, debido a que poseen un contenido suficiente de carne de buena calidad con escasa cantidad de tejido conjuntivo, lo que representa un aporte proteico de gran valor biológico, o puede haberlas más pobres o mejor dicho, de menor valor nutritivo, al entrar en su composición más grasa. Abundante tejido conjuntivo.

Valdiviezo, V. (2010), señala que al perfil nutricional de la hamburguesa se le puede definir como hipercalórico, hiperproteico y con elevado contenido graso.

En el Cuadro 1, se reporta la composición química de la hamburguesa cruda realizada por García, G. y Sanz, B. (1986).

En el Cuadro 2, se reporta una comparativa de las hamburguesas rehidratadas y de las hamburguesas frescas elaboradas con diferentes niveles de carragenato.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HAMBURGUESA CRUDA.

Nutriente	Contenido	Nutriente	Contenido
Agua, g	56,3	Caroteno, µg	Trazas
Proteínas, g	15,2	Vitamina D, µg	Trazas
Grasa, g	20,5	Tiamina, mg	0,04
Carbohidratos, g	5,3	Riboflavina, mg	0,21
Sodio, mg	600	Ácido nicotínico, mg	3,7
Potasio, mg	270	Vitamina C, mg	0
Calcio, mg	23	Vitamina E, mg	0,25
Magnesio, g	17	Vitamina B6, mg	0,2
Fósforo, mg	190	Vitamina B12, µg	0,2
Hierro, mg	2,5	Ácido fólico, µg:	
Cobre, mg	0,25	Libre	2
Zinc, mg	3,2	Total	2
Azufre, mg	3,2	Ácido pantoténico, mg	
Cloro, mg	800	Biotina, µg	

Fuente: García, G. y Sanz, B. (1986).

Cuadro 2. COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA HAMBURGUESA REHIDRATADA Y LA HAMBURGUESA FRESCA.

Parámetros	Hamburguesa	
	Rehidratada <sup>1</sup>	Fresca <sup>2</sup>
Humedad, %	74,18	70,18
Grasa, %	20,65	20,06
Proteína, %	15,89	19,92
Ceniza, %	1,32	1,60
ELN, %	5,96	6,24

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno.

Fuente: <sup>1</sup>: Orozco, H. (2013); y, <sup>2</sup>: Valdiviezo, V. (2010).

## 6. Requisitos bromatológicos

El INEN. (2012), en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012, indica que los productos cárnicos crudos deben cumplir con los requisitos bromatológicos establecidos en el Cuadro 3.

Cuadro 3. REQUISITOS BROMATOLÓGICOS PARA LOS PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS.

Requisito	Tipo I		Tipo II		Tipo III		Método de ensayo
	MIn	Max	MIn	Max	MIn	Max	
Proteína total, % (% N x 6.25)	14	-	12	-	10	-	NTE INEN 781
Proteína no cárnica %	Ausencia		2		4		.

Fuente: INEN (2012).

## 7. Requisitos microbiológicos

El INEN. (2012), en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012, indica los productos cárnicos crudos deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en el Cuadro 4.

Cuadro 4. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS.

Requisito	N	C	M	M	Método de ensayo
Aerobios mesófilos UFC/g *	5	3	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	NTE INEN 1529-5
<i>Escherichia coli</i> UFC/g *	5	2	1.0 x10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	AOAC 991.14
<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g *	5	2	1.0x10 <sup>3</sup>	1,0 x10 <sup>4</sup>	NTE INEN 1529-14
Salmonella / 25 g **	5	0	Ausencia	—	NTE INEN 1529-15

1 Especies sero tipificadas como peligrosas para humanos

\* Requisitos para determinar término de vida útil

\*\* Requisitos para determinar inocuidad del producto

n = número de unidades de la muestra

c = número de unidades defectuosas que se acepta

m = nivel de aceptación

M = nivel de rechazo

Fuente: INEN (2012).

## 8. Proceso de elaboración de la hamburguesa

Olmo, J. (2015), indica que, en el proceso de la elaboración de las hamburguesas intervienen las siguientes etapas:

#### **a. Recepción de la carne**

La carne para la elaboración de hamburguesas puede ser fresca, refrigerada o congelada (Olmo, J. 2015).

La carne que se usa para hamburguesa es de origen bovino, por lo tanto, los valores nutricionales son similares. Una hamburguesa es un alimento que brinda una apreciable cantidad de proteínas de alto valor biológico y de una excelente digestibilidad, ya que la carne al estar picada facilita la digestión y disgregación (Valdiviezo, V. 2010).

#### **b. Predesmenuzado**

El objetivo de esta operación es conseguir la primera reducción de tamaño de las piezas a unas dimensiones adecuadas para alimentar la picadora. Esta reducción se hace manualmente o con máquinas troceadoras (Olmo, J. 2015).

#### **c. Picado**

Este proceso es muy importante porque determina en gran medida la textura final del producto. En la elaboración de la hamburguesa el picado será grueso para conseguir una textura fibrosa y desmenuzable. Con carnes fibrosas se suelen utilizar picadoras separadoras, que separan las fibras de la carne magra (Valdiviezo, V. 2010).

#### **d. Amasado**

Con el amasado se normaliza la composición de la masa de carne y se distribuye de forma uniforme la sal y los demás ingredientes. Las amasadoras más corrientes son las de forma de tambor, las de brazo amasador, las de aletas y las de hélice o eje espiral. En cualquiera de los casos, se aconseja que la máquina trabaje al vacío por cuestiones higiénicas (Valdiviezo, V. 2010).

### **e. Moldeo y extrusión**

Según Olmo, J. (2015), el moldeo y la extrusión proporcionan a la carne amasada la forma, el tamaño y la textura adecuados. El tipo de máquinas utilizadas para este proceso son:

- Máquinas llenadoras. Impulsan la masa hacia una boquilla que la moldea en forma de bola, la cual puede ser aplastada o no posteriormente por una prensa.
- Máquina por extrusión en frío. La carne picada se introduce en un cilindro del extrusor, donde es comprimida, amasada e impulsada por un orificio circular al dispositivo de moldeoado y/o corte. Siendo importante controlar la temperatura, presión, el diámetro del orificio y la velocidad de las cizallas.

### **f. Envasado y etiquetado**

El envase utilizado para las hamburguesas suele ser la bandeja de poliestireno, con plásticos entre las piezas para evitar la adhesión entre ellas. La hamburguesa está lista para ser comercializada (Valdiviezo, V. 2010).

## **C. ALIMENTOS FUNCIONALES**

La investigación en nutrición humana está centrada en los componentes de los alimentos que además de ser nutritivos favorezcan y contribuyan a mejorar el estado de salud del ser humano. Para la industria alimentaria, esta situación representa una oportunidad de abrir nuevas líneas de productos de gran aceptación por parte de los consumidores (Araya, H. y Lutz, M. 2003).

La investigación científica que se ha llevado a cabo en las últimas décadas ha demostrado el papel que juegan ciertos componentes químicos-nutricionales en la prevención y tratamiento de muchas enfermedades. Esta situación ha provocado un cambio del simple concepto de alimento como fuente de nutrientes a uno más integral que traduce la potencialidad que los alimentos pueden tener, no sólo de nutrir sino también de prevenir enfermedades (Sedó, P. 2001).



Vega, A. (2005), indican que en la nueva focalización de la industria alimentaria, los denominados alimentos funcionales, los cuales según la Academia Nacional de Ciencias de EE. UU., ha definido como: “alimentos modificados, o que tengan un ingrediente que demuestre una acción que incremente el bienestar del individuo o disminuya los riesgos de enfermedades, más allá de la función tradicional de los nutrientes que contiene”; además indica que la Comunidad Europea, define alimento funcional como: “alimento que contiene un componente nutriente o no nutriente que posea un efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, cuyos efectos positivos justifican que pueda reivindicarse que es funcional (fisiológico) o incluso saludable”.

Debido a la preocupación e interés actual de la población por las condiciones de salud y calidad de vida, es que ha aumentado la demanda de productos naturales, lo cual hace que las industrias farmacéuticas y de los alimentos centren sus esfuerzos en investigaciones relacionadas con su utilización. Una de las materias primas de gran demanda, tanto en el mercado externo como en el nacional, es el *Aloe vera*, vegetal del cual se pueden obtener productos con fines cosmetológicos, farmacéuticos y alimenticios (Vega, A. 2005).

Interempresas. (2016), señala que se están realizando investigaciones en las que se incorporan en la fabricación de alimentos cárnicos diferentes compuestos saludables, tales como ácidos grasos omega-3, *Aloe vera* y otros extractos vegetales en grasas y aceites para su utilización directa o en matrices de alto contenido lipídico. De esta forma, será posible sustituir parte de las grasas saturadas tradicionalmente utilizadas en la fabricación de productos cárnicos por otras insaturadas más cardiosaludables y con un mejor perfil nutricional, con lo cual se proporcionaría a estos productos finales mejoras en dos de los principales parámetros valorados por el consumidor, salud y placer.

## **D. ALOE VERA**

### **1. Características e importancia**

Reynolds, A. (2017), indica que la palabra “Aloe” es la versión latina de la palabra

arabe alloeh, siria alwai o judía halal que significa “sustancia amarga brillante” y se refiere a la presencia de la savia que se encuentra en la pulpa, debajo la dura piel de sus hojas. La Alooverasa es el principio activo del *Aloe barbadensis* Miller, conocido comúnmente como Aloe Vera, Sábila o Zábila. A este componente se le atribuyen propiedades antioxidantes, con lo cual ayudaría a la eliminación del exceso de radicales libres, generados por la oxidación celular existente en el organismo. Además a la Alooverasa se le asignan propiedades de eliminación de toxinas, principalmente metales pesados, los cuales resultan muy difíciles de eliminar del organismo.

Cruz, M. (2007), señala que la sábila (Aloe vera), es considerada como una de las plantas naturalizadas más importante, ya que tiene muchas propiedades benéficas dentro del área médica, cosmetóloga y de alimentos. Además la sábila es de reproducción fácil por lo que permite contar con la materia prima disponible, para hacer cualquier aplicación, sin tener que hacer una fuerte inversión para su obtención. Se han realizado muchos estudios de tipo bioquímico y se ha demostrado la presencia de un alto contenido enzimático. Entre las enzimas presentes más importantes son las proteasas las cuales tienen un gran uso en la industria alimentaria.

## **2. Origen e historia del Aloe vera**

La planta de Aloe vera es originaria de África, de la península de Arabia. Su nombre genérico Aloe proviene del término árabe alloeh que significa sustancia brillante y amarga, se le denomina también con el nombre de sábila; ésta y otras variantes se debe a la deformación del vocablo árabe Çabila que significa planta espinosa. Al continente americano fue introducida por Cristóbal Colón en los tiempos del descubrimiento de América, debido a que éste la utilizaba como medicina para su tripulación. En esos años España ya tenía plantaciones considerables de este vegetal, probablemente dejadas como herencia de la invasión musulmana (Vega, A. 2005).

Las virtudes de esta planta han sido grabadas por muchas grandes civilizaciones desde la de Persia y Egipto en Oriente Medio hasta la griega e italiana en Europa,

la India, África y otras. La planta es conocida en Asia y en el Pacífico y se encuentra en el folklore de japoneses, filipinos y hawaianos. El primer escrito sobre el valor medicinal de la Aloe se ha encontrado en los “Papiros Ebers” un documento que se remonta al 1500 a.C. En él se describen 12 fórmulas para mezclar la savia con otros ingredientes para la curación de diferentes trastornos. Para los griegos la planta simbolizaba la belleza, la paciencia, la buena suerte y la salud (Reynolds, A. 2017).

En la actualidad, se usa en muchos lugares del mundo en la medicina moderna para tratar múltiples enfermedades, además de ser utilizada en la industria cosmetológica, farmacéutica y alimentaria (Vega, A. 2005).

### **3. Características botánicas de la planta**

Si bien es parecido al cactus, el áloe pertenece a la familia de las liliáceas, junto con el ajo, la cebolla, los espárragos y los tulipanes. Existen más de 250 especies. Tan sólo tres o cuatro tienen propiedades medicinales. El *Aloe vera* es la especie que más propiedades medicinales tiene y es llamado científicamente *Aloe barbadensis*, las otras variedades de áloe no son vera. Deriva del árabe "alloe" que significa "sustancia amarga y brillante" por lo cual su nombre significaría en latín ¡'verdadero áloe'. Se considera que el áloe verde, de hojas finas y largas es más apto para uso interno: en elixires, vinos, tinturas y el de hojas anchas, carnosas con pintas blanco amarillentas, es de uso externo, quemaduras, dolores musculares, supositorios. Los dos pueden usarse para ambas cosas en caso de no conseguirse el más aconsejable (Reynolds, A. 2017).

El Aloe vera pertenece al reino Plantae; División: Magnoliophyta; Clase: Liliopsida; Orden: Liliales; Familia: Liliaceae; Género: Aloe; Especie: *Aloe barbadensis* (Miller); nombre común: *Aloe vera* (Castro, R. 2004).

Es una planta de hojas alongadas, carnosas y ricas en agua, alcanza una altura de 50 a 70 cm; las hojas están agrupadas hacia el extremo, con tallos de 30 a 40 cm de longitud, poseen el borde espinoso dentado; las flores son tubulares, colgantes, amarillas. Esta planta es xerófila, o sea, se adapta a vivir en áreas de

poca disponibilidad de agua y se caracteriza por poseer tejidos para el almacenamiento de agua (Martínez, M. 1996).

Para la cosecha, la sábila debe tener 50 cm de largo y 10 cm de grosor. Las plantas óptimas tienen unas 20 pencas, pero solo cortan la mitad para continuar la reproducción, el cultivo está en una zona semidesértica. En esas condiciones, la sábila no está exenta de plagas que amenazan su crecimiento (Cabrera, L. 2016).

#### **4. La sábila en el Ecuador**

En el Ecuador, el cultivo de sábila no forma parte de las explotaciones agrícolas tradicionales, pasando a ser una especie exótica, cuyo manejo agronómico en la actualidad es consultada en literatura internacional. Las zonas agrícolas ecuatorianas con condiciones de suelo y clima más apropiadas para la producción de la sábila son: Milagro (Provincia del Guayas); Portoviejo, Bahía de Caráquez y Jipijapa (Provincia de Manabí); Atacames, Quinindé (Provincia de Esmeraldas); Colonche y Ancón (Provincia de Santa Elena); y, Arenillas y Santa Rosa (Provincia de El Oro). Estas localizaciones básicamente son recomendables por su régimen anual de lluvias que favorecen el desarrollo del cultivo de sábila (Beltrán, A. 2013).

La sábila de Colonche, es uno de los seis rubros de exportación que registra Santa Elena. Según la Agencia de Aseguramiento de Calidad del Agro (Agrocalidad), en el 2013 se envió 20 toneladas al exterior, una finca, aspira a que la cosecha del año rinda para llenar unos 100 tanques (de 200 kg). Es que dicen que han logrado mejorar la productividad, pues antes se requería de dos hectáreas para cubrir la misma cantidad (Cabrera, L. 2016).

#### **5. Obtención del gel de Aloe vera**

Antes de ser procesadas, las hojas deben de estar limpias para evitar contaminaciones químicas que traigan del campo. Esta limpieza se realiza en un tanque metálico de acero inoxidable, se le agrega detergente para uso en alimentos asegurándose de que la hoja quede totalmente cubierta con el fin de

que se remueva toda la suciedad externa de la hoja. Luego las hojas se las lava con abundante agua limpia para eliminar las impurezas y el exceso de jabón. En seguida las hojas son rasgadas a lo largo por la mitad y se procede a raspar el gel que se encuentra en el interior de las hojas (Pinargote, L. 2009).

## **6. Caracterización química**

Vega, A. (2005), reportan que el gel de Aloe vera contiene alrededor de 98,5% de agua, es rico en mucílagos. Los mucílagos se caracterizan por estar formados por ácidos galacturónicos, glucorónicos y unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa. También están presentes otros polisacáridos con alto contenido en ácidos urónicos, fructosa y otros azúcares hidrolizables. Químicamente se caracteriza por la presencia de compuestos fenólicos de gran poder antioxidante, que son generalmente clasificados en dos grupos principales: las cromonas y las antraquinonas:

- Las cromonas son componentes bioactivos en fuentes naturales, se utilizan como antiinflamatorios y antibióticos. Dentro de ellos se pueden encontrar a Aloesin, también denominada Aloeresin B y el Aloeresin A (Vega, A. 2005).
- Las antraquinonas son compuestos aromáticos polihidroxilados, que constituyen el numeroso grupo de sustancias polifenólicas que conforman la base y la fuente de una importante cantidad de colorantes. Las antraquinonas pueden encontrarse en la corteza y la raíz de diversos géneros y especies de las familias: leguminosas, rubiáceas, liliáceas. Dentro de las antraquinonas se encuentran la Aloína llamada también Barbaloína; la Isobarbaloína y la Aloemodina (Rivero, R. 2002).

En la hoja de Aloe vera hay más de 200 sustancias químicas aunque el componente mayoritario de estas es el agua, el resto de componentes se encuentran en una muy baja concentración. Los componentes mayoritarios de la materia seca son los carbohidratos (azúcares solubles y polisacáridos complejos) cuya composición varía dependiendo de la parte de la hoja considerada (Femenia, A. 2003). Otros componentes minoritarios presentes en la hoja son los

compuestos fenólicos, proteínas, lípidos, ácidos orgánicos, aminoácidos, ciertas vitaminas y minerales, etc. (Rodríguez, E. 2010).

El exudado, de color amarillo, se caracteriza por la presencia de constituyentes fenólicos que son generalmente clasificados en dos principales grupos: las cromonas, como la Aloesina, y las antraquinonas (libres y/o glicosiladas) como la aloína (isómeros A y B) y la Aloe-emodina. La aloína es el principal componente del acíbar, que la planta secreta como defensa para alejar a posibles depredadores por su olor y sabor desagradable. También interviene en el proceso de control de la transpiración en condiciones de elevada insolación. En la fabricación de productos alimenticios a base de Aloe vera, éstos no deben contener aloína dado sus propiedades laxantes y alergénicas. Además de los componentes fenólicos el exudado contiene pequeñas cantidades de polisacáridos y azúcares libres, especialmente glucosa, así como componentes alifáticos y volátiles (Femenia, A. 2003).

El gel de Aloe vera es el gel mucilaginoso obtenido de exprimir la sustancia gelatinosa del tejido parenquimático, el cual está compuesto por entre un 98.5 y 99.5% de agua. La mayor parte de la materia seca del gel de Aloe vera está compuesta por polisacáridos, con dos tipos principales de polímeros: el acemanano, un polisacárido de almacenamiento rico en unidades de manosa acetiladas el cual se encuentra dentro del protoplasma de las células, y una amplia variedad de polisacáridos que forman la matriz de la pared celular. El acemanano es una de las principales sustancias bioactivas de la planta de Aloe vera. Este polisacárido, presente en el gel, puede presentar también cierta acción antioxidante (Femenia, et al. 2003). Otras sustancias presentes en el gel de Aloe vera son aminoácidos, glicoproteínas, enzimas, vitaminas, minerales, ácidos orgánicos y compuestos fenólicos (Rodríguez, E. 2010).

## **7. Propiedades del Aloe vera**

Muchas propiedades han sido atribuidas a esta planta, por ejemplo, su acción desinfectante, antiviral, antibacterial, laxante, protección contra la radiación, antiinflamatorio e inmunoestimulador (Ni, Y. 2004).

Las antraquinonas como la Aloemodina en general actúan sobre los virus, lo que trae como resultado la prevención de la adsorción del virus y consecuentemente impedir su replicación. El acemanano es una sustancia producida por nuestro organismo hasta antes de la pubertad, posterior a esta etapa del crecimiento, solo es absorbida a través de los alimentos. Su presencia aumenta la resistencia inmunológica de nuestro organismo contra parásitos, virus y bacterias causantes de enfermedades (Vega, A. 2005).

El potencial curativo del Aloe radica en las 200 sustancias activas que contienen sus hojas, entre las que se incluyen vitaminas, minerales, aminoácidos, polisacáridos y enzimas. La combinación natural de estos componentes produce efectos inimitables por otros tratamientos conocidos (Reynolds, A. 2017).

Se destaca su actividad contra enfermedades de la piel, como dermatitis, psoriasis y contra los daños de la irradiación, también ayuda a las afecciones en los ojos. Ayuda en los desórdenes intestinales, como estreñimiento atribuyéndole acción antidisentérica, antihemorroidal, cicatrizante, laxante y coletérica (Serrano, A. 2005).

El *Aloe vera* o sábila es una planta medicinal altamente conocida por sus efectos refrescantes y sus propiedades para sanar quemaduras de sol; aunque la más conocida, esta no es su única propiedad que tiene la sábila o *Aloe vera*, también es una de las plantas más versátiles y beneficiosas para el cuerpo humano que existe. Entre las propiedades de la sábila o *Aloe Vera* se encuentra la habilidad de ayudar en el proceso de sanación de heridas, a proteger, humectar, nutrir y regenerar los tejidos a nivel celular; adicionalmente tiene propiedades anestésicas por lo que es usada para calmar la picazón o el ardor, contiene minerales ricos en lactato de magnesio, que es un inhibidor de la picazón por lo que es comúnmente utilizado como producto para aliviar picaduras de insectos, quemaduras del sol, acné, alergias y otras condiciones tópicas de la piel (Reynolds, A. 2017).

## **8. Usos**

Burger, A. (1994), señalan que desde las hojas de la planta de *Aloe vera* se

pueden obtener tres tipos de productos comerciales:

- Un exudado seco, excretado desde las células de aloína presentes en la zona vascular, comúnmente denominado Aloe. Es una droga natural bien conocida por su efecto catártico y también utilizado como un agente amargo en bebidas alcohólicas.
- Un líquido concentrado de mucílagos presentes en el centro de las hojas, conocido como gel, el que es usado como un producto dermatológico y como un agente beneficioso para la piel, al aportar suavidad y tersura, propiedades que son aprovechadas en la industria cosmetológica y farmacéutica. Además éste gel es utilizado en varias bebidas como suplemento dietético.
- El aceite, extraído mediante solventes orgánicos, es la fracción lipídica de las hojas y es utilizada solo en la industria cosmetológica como un transportador de pigmento y agente sedante.

#### **a. Usos medicinales**

Reynolds, A. (2017), reporta los usos tradicionales del *Aloe vera* las cuales favorecen las siguientes dolencias:

- A. Alergias, abscesos, aftas, afonía, agotamiento, asma, ampollas, amigdalitis, acné, acidez de estómago, anemia, artritis, anorexia.
- B. Bronquitis, bursitis.
- C. Calambres musculares, caspa, cataratas, celulitis, ciática, cirrosis, cólicos, colitis, contusiones, cortes, cistitis, carbunclo, cortes al afeitarse, catarros, congestión intestinal, candida, comezones de todo tipo, congestión nasal.
- D. Dermatitis, diabetes, disentería, depresión, dolores de cabeza, dolores de las articulaciones, dolores de muelas, dolores de estómago, dolores musculares, desarreglos evacuatorios, disfunciones intestinales.
- E. Edema, erisipela, epidermitis, esguinces, erupciones, enfermedades de las encías, estreñimiento.
- F. Forúnculos, fiebres sin identificar, flatulencias.



- G. Glaucoma, gota, gripe.
- H. Hemorroides, hepatitis, herpes genital, herpes zoster, halitosis, heridas de todo tipo, hipertensión, hongos.
- I. Insuficiencia arterial, insomnio, ictericia, irritación bucal, indigestión, infecciones por levaduras, infecciones de la vejiga y de los riñones.
- K. Keratosis folicularis.
- L. Laringitis, lupus, luxaciones.
- M. Mal aliento, mastitis (en las vacas), manos ásperas, manchas en la piel, manchas congénitas, mordeduras de serpientes.
- N. Náuseas de todo tipo.
- O. Obesidad, olores, enfermedades de los ojos.
- P. Pie de atleta, piel seca, pezones estriados, parásitos intestinales, picaduras de insectos, pecas seniles, picaduras de víboras y alacranes, psoriasis, picores de todo tipo, problemas del páncreas diversos.
- Q. Quemaduras (térmicas, por radiación, solares, químicas o por líquidos).
- R. Resfriados.
- S. Sabañones, seborrea, sinusitis.
- T. Tendinitis, torceduras, tos, tortícolis.
- U. Uñas encarnadas, úlceras en las piernas, úlcera péptica, úlcera de duodeno, (todo tipo de úlceras), urticaria.
- V. Vaginitis, várices, virus de Epstein.
- Z. Zoster (herpes).

#### **b. En la industria de alimentos**

Desde el punto de vista de la nutrición humana, los científicos han identificado más de 75 compuestos en el Aloe vera; principalmente vitaminas, minerales, enzimas y aminoácidos. Por lo tanto, esta planta puede aportar componentes nutricionales como materia prima para la elaboración de alimentos funcionales, considerados en la actualidad como los alimentos del futuro. Así, el *Aloe vera* puede convertirse en una excelente fuente de productos químicos nutricionales para el desarrollo y comercialización de nuevos productos para la industria de alimentos (Vega, A. 2005).

Serrano, M. (2006), emplearon un gel elaborado a partir de *Aloe vera* para el recubrimiento de uvas de mesa, observando una extensión de la vida útil de las frutas de hasta 35 días comparado con uvas sin recubrir. Además, dicho recubrimiento permitió retener la concentración de ácido ascórbico de las uvas.

Martínez, D. (2006), estudiaron el efecto de un recubrimiento a base de *Aloe vera* aplicada en cerezas, obteniendo una disminución de los cambios en los diferentes parámetros responsables de la pérdida de calidad de la fruta, además de excelentes propiedades sensoriales en los recubrimientos.

## **E. PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES DEL ALOE VERA**

Los componentes activos identificados en la planta de *Aloe vera* son conocidos por sus efectos beneficiosos sobre la salud, lo cual ayuda a comprender científicamente las propiedades del *Aloe vera* y su acción sobre determinadas enfermedades y disfunciones físicas; entre los principios activos se tienen: vitaminas, minerales, enzimas, monosacáridos, polisacáridos, aminoácidos esenciales y secundarios, y demás elementos presentes en el Aloe, como la lignina, saponinas y antraquinonas (Morales, M. 2012).

### **1. Vitaminas**

El *Aloe vera* aporta numerosas vitaminas, entre estas se tiene:

#### **a. Vitamina A**

Morales, M. (2012), indica que el caroteno y el betacaroteno, que, una vez dentro de nuestro organismo, son convertidos en la vitamina A. La vitamina A es esencial para la vista, para la salud de la piel y de los huesos, para el buen estado de las mucosas y el crecimiento de las células, así como para la inmunidad de las mismas ante la enfermedad. Un defecto de la vitamina A, es que provoca anemia. Por otra parte, en los años recientes se ha descubierto el poder antioxidante del betacaroteno, por lo que además de frenar el envejecimiento protege al

organismo de las enfermedades degenerativas, como la arteriosclerosis y el cáncer.

La vitamina A, actúa en la fase lipídica atrapando radicales libres y protegiendo de la oxidación a las sustancias liposolubles. En general esta vitamina ayuda a proteger la piel para que no se produzca erupciones cutáneas, acné y psoriasis (Vega, A. 2005).

#### **b. Vitamina B1 o tiamina**

La vitamina B1, es esencial para el crecimiento de los tejidos y la producción de energía. Se trata de una vitamina hidrosoluble cuyo exceso es eliminado por el cuerpo a través de la orina, debiendo ser ingerida a diario (Morales, M. 2012).

La vitamina B1, ayuda al cuerpo a convertir los alimentos en energía y colabora con la actividad del corazón y el sistema cardiovascular, ayudando también a la función del cerebro y del sistema nervioso. La deficiencia de esta vitamina ocasiona una polineuritis (proceso inflamatorio o degenerativo de los nervios), resultando en una debilidad general y rigidez dolorosa de los miembros (Vega, A. 2005).

#### **c. Vitamina B2 o riboflavina**

La vitamina B2, funciona en conjunto con otras vitaminas del complejo B y es importante en el crecimiento corporal, la producción de glóbulos rojos y en la liberación de energía de los carbohidratos. La deficiencia de esta vitamina produce una grave inflamación en la boca y lengua. En casos extremos ocasiona una inflamación gastrointestinal con abundante diarrea (Vega, A. 2005).

La vitamina B2 o riboflavina, en combinación con la E, produce las células de la sangre. Su función es esencial en la respiración de los tejidos. Además, es también necesaria para mantener una piel sana (Morales, M. 2012).

#### **d. Vitamina B3 o niacina**

La vitamina B3 o niacina, ayuda a regular el metabolismo, es necesaria para que el cuerpo pueda asimilar ciertos minerales y, además, interviene en la formación de los músculos (Morales, M. 2012).

La función principal de la vitamina B3, es convertir los alimentos en energía y la deficiencia de ella se traduce en la enfermedad conocida como pelagra cuyos efectos son dermatitis, diarreas y en casos extremos trastornos mentales (Vega, A. 2005).

#### **e. Vitamina B6 o piridoxina**

La Vitamina B6 o piridoxina, al igual que la vitamina B2, es esencial en la fabricación de la hemoglobina, el pigmento rojo de la sangre que transporta el oxígeno y el alimento para hacerlos llegar a todas las células del cuerpo. Así mismo, es fundamental para el metabolismo de las proteínas y los aminoácidos. Al ser una vitamina hidrosoluble (como la B1), debe reponerse todos los días (Morales, M. 2012).

#### **f. Vitamina B12 o cianocobalamina**

La vitamina B12 o cianocobalamina, se ha revelado presente en el *Aloe vera*, a pesar de que hasta principios de la década de los 90' se la consideraba una vitamina propia de los productos cárnicos, nunca de las verduras o de las plantas. A pesar de que se ha detectado su presencia en algunas hojas de *Aloe vera*, muchos científicos aún no están convencidos de que dicha vitamina sea activa y funcione de la misma manera que la vitamina B12 de origen animal, cuya carencia en el cuerpo humano puede provocar anemia y ciertos trastornos neuropatológicos (Morales, M. 2012).

#### **g. Vitamina C o ácido ascórbico**

Es necesaria para fabricar el colágeno, sustancia que rodea a los músculos.

También es necesaria para que el cuerpo pueda asimilar debidamente otros elementos claves como por ejemplo el calcio (Pazmiño, J. 2004).

La vitamina C ayuda al desarrollo de dientes y encías sanos, a la adsorción del hierro y al mantenimiento del tejido conectivo normal, así como también a la cicatrización de heridas. Además, es un antioxidante poderoso atrapando radicales libres en la fase acuosa (Vega, A. 2005).

#### **h. Vitamina E o tocoferol**

La vitamina E o tocoferol, posee una poderosa acción antioxidante y de regeneración de los tejidos. Al igual que la vitamina C, es un gran aliado contra las infecciones y agiliza el proceso de curación de las enfermedades, muy en especial las de la piel (Morales, M. 2012).

La principal función de la vitamina E es actuar como antioxidante natural ya que reacciona con los radicales libres que se generan en la fase lipídica protegiendo a los lípidos de las membranas, también desempeña una función fisicoquímica en el ordenamiento de las membranas lipídicas, estabilizando las estructuras de membranas (Vega, A. 2005).

#### **i. Colina**

Es importante por formar parte esencial de la neurotransmisora acetilcolina y también porque ayuda a evitar que la grasa se acumule excesivamente en el cuerpo (Pazmiño, J. 2004).

#### **j. Ácido fólico**

El ácido fólico, también es un potente catalizador y es imprescindible para el correcto metabolismo de los aminoácidos (Morales, M. 2012).

El ácido fólico en la actualidad es de mucha importancia, pues se ha demostrado que la ingesta de éste ácido previene las malformaciones congénitas del sistema

nervioso central que se traduce en abortos espontáneos, muertes al nacer, muertes durante el primer año de vida o discapacidad permanente (Vega, A. 2005).

## **2. Minerales**

Actualmente se conoce la importancia que muchos oligoelementos o minerales presentes en el cuerpo humano en cantidades infinitesimales tienen para el mantenimiento del equilibrio y de la salud del organismo. Estos minerales interactúan con ciertas enzimas, coenzimas y vitaminas en modos todavía no totalmente identificados, sin embargo, se ha comprobado que su presencia, aun en cantidades mínimas, cumple un papel vital en la protección contra un gran número de enfermedades (Pazmiño, J. 2004).

En cuanto a la presencia de minerales en *Aloe vera*, han sido identificados: calcio, fósforo, potasio, hierro, sodio, magnesio, manganeso, cobre, cromo, zinc, entre otros que se reportan a continuación (Vega, A. 2005).

### **a. Calcio y fósforo**

El calcio y el fósforo, imprescindibles para la formación y desarrollo de los huesos. Por este motivo, se consideran indispensables para la prevención de la osteoporosis. En los últimos años se ha descubierto que los complementos de calcio suelen ser excretados casi en su totalidad, si no son de origen orgánico. Ésta es la causa de que se recomiende tomarlo a partir de fuentes naturales, como los productos lácteos, las almendras, los dátiles o el Aloe vera. También son fundamentales estos minerales para el buen estado de los dientes (Morales, M. 2012).

### **b. Potasio y sodio**

El potasio, regula los componentes fluidos de la sangre y de los músculos. El sodio, junto con el potasio, controla el equilibrio del agua y otros fluidos, y transporta a las células los aminoácidos y la glucosa. Potasio, sodio y cloro, están

fuertemente vinculados entre sí y necesitan hallarse en equilibrio en nuestro organismo. Sin embargo, es muy habitual que nuestra dieta se exceda en sodio (como por ejemplo, la sal presente en muchos alimentos elaborados, como los embutidos, conservas y demás) y se quede corta en potasio. En el *Aloe vera* estos tres minerales se hallan presentes en una forma perfectamente equilibrada y al ser una fuente orgánica resultan fácilmente asimilables (Morales, M. 2012).

### **c. Hierro**

Componente esencial de la sangre (a la que da el color), previene la anemia. El hierro es parte de la hemoglobina en los glóbulos rojos y la mioglobina en los músculos. El papel de ambas moléculas es transportar oxígeno. El hierro también integra muchas proteínas y enzimas en el cuerpo. Los alimentos ricos en vitamina C también aumentan la absorción de hierro (Gampel, R. 2006).

### **d. Magnesio**

El magnesio cumple diversas funciones metabólicas y juega un papel importante en la producción y el transporte de energía. También es útil en la contracción y la relajación muscular. Este mineral participa en la síntesis de las proteínas y toma parte en el funcionamiento de ciertas enzimas en el organismo (Gampel, R. 2006).

### **e. Manganeseo**

Es parte importante en la constitución de ciertas enzimas. Su deficiencia produce pérdida de peso, dermatitis y náuseas. Se cree que participa en funciones sexuales y reproductoras y se encuentra principalmente en el hígado, huesos, páncreas e hipófisis (Purtí, I. 2003).

### **f. Zinc**

El zinc es un oligoelemento importante que se encuentra en segundo lugar después del hierro, por su concentración en el organismo. Estimula el sistema inmunológico, es antiinflamatorio y potencia el apetito sexual. Ayuda a combatir

las infecciones y acelera su curación. Se requiere para la actividad de las enzimas, necesarias en la división y crecimiento de las células, al igual que en la cicatrización de heridas (Purtí, I. 2003).

#### **g. Cobre**

El cobre es un oligoelemento esencial que está presente en todos los tejidos del cuerpo. El cobre, al igual que el hierro, contribuye a la formación de los glóbulos rojos y ayuda al buen mantenimiento de los vasos sanguíneos, los nervios, el sistema inmunológico y los huesos. Buen antioxidante y antiinflamatorio. Util contra la artritis y los trastornos de la circulación. El cobre es tóxico en grandes cantidades (Román, R. 2000).

#### **h. Cromo**

El cromo, interviene en el metabolismo del colesterol, la glucosa y los ácidos grasos. Colabora también en el buen funcionamiento del sistema circulatorio. Últimamente se ha descubierto que la insuficiencia de cromo puede degenerar en diabetes, ya que este mineral es imprescindible para que la insulina pueda cumplir su función en el organismo (Morales, M. 2012).

### **3. Aminoácidos esenciales y secundarios**

Los aminoácidos constituyen la base de las proteínas. Su papel es fundamental en la construcción y regeneración de los tejidos, así como en el buen funcionamiento del cerebro, incluyendo las emociones. Los aminoácidos esenciales se denominan así porque el organismo no los fabrica por sí mismo, así que es indispensable que formen parte de nuestra dieta. Siete de los ocho aminoácidos esenciales para el ser humano están presentes en el Aloe vera, también se han hallado once de los catorce aminoácidos secundarios que fabrica el organismo (Morales, M. 2012).

Vega, A. (2005), manifiestan que el Aloe contiene alrededor de 17 aminoácidos, los cuales fueron detectados cuando el extracto de *Aloe vera* a estudiar se



encontraba en estado fresco, donde el aminoácido principal es Arginina representando un 20% del total de los aminoácidos.

#### **4. Enzimas**

Morales, M. (2012), reporta que las enzimas son las responsables de transformar los alimentos en el combustible que proporciona la energía y la vida misma a cada una de las células, aunque esto no sería posible sin la intervención y la colaboración sinérgica de las vitaminas y los minerales. Las enzimas más importantes son:

- La lipasa, que favorece la digestión.
- La catalasa, que previene y controla la retención de agua en el cuerpo.
- La bradikinas, que estimula el sistema inmunológico. Además, funciona como antiinflamatorio y analgésico.
- La celulasa interviene en la digestión de la celulosa.
- La proteolitiasa hidroliza las proteínas en sus elementos constituyentes.

#### **5. Fibra**

El glucomanano es una fibra muy soluble, que posee una excepcional capacidad de captar agua, formando soluciones muy viscosas. Posee un alto peso molecular y una viscosidad más elevada que cualquiera fibra conocida. Se ha demostrado que es eficaz para combatir la obesidad, por la sensación de saciedad que produce; en el estreñimiento debido a que aumenta el volumen fecal; asimismo disminuye los niveles de glucosa e insulina, probablemente debido a que retrasa el vaciado gástrico y, por lo tanto, dificulta el acceso de la glucosa a la mucosa intestinal (González, A. 2004).

#### **6. Monosacáridos y polisacáridos**

Son responsables de muchos de los efectos terapéuticos del aloe. Se trata de glúcidos, hidratos de carbono simples (monosacáridos), tales como la glucosa, manosa o galactosa; o bien complejos, constituidos por largas cadenas de

azúcares simples, tales como el glucomanano o el acemanano. Protegen las paredes del estómago y el intestino, aumentan las defensas y mantienen hidratados los tejidos. Tienen además un importante valor nutritivo y energético. Entre todos los polisacáridos conviene destacar la acción del acemanano, un potente germicida, fungicida y bactericida, pues se ha demostrado que además fortalece el sistema inmune y tiene un efecto antitumoral, cumpliendo una tarea vital en la prevención y tratamiento de enfermedades muy graves como algunos tipos de cáncer, SIDA o esclerosis múltiple (Neil, P. 2005).

## **7. Lignina, saponinas y antraquinonas**

### **a. Lignina**

La lignina es un polímero natural que permite gran número de transformaciones químicas. Su principal característica es que puede penetrar hasta las capas más profundas de la piel, potenciando el efecto del resto de las sustancias que componen el aloe. Esa gran capacidad de penetración la convierten en un remedio eficaz contra las afecciones agudas de estómago e intestinos. También se ha demostrado que actúa como protector hepático y antiviral, siendo especialmente útil contra la hepatitis B (Neil, P. 2005).

### **b. Saponinas**

Son sustancias vegetales solubles, detergentes naturales con propiedades antisépticas y antibióticas. La propiedad más importante del Aloe Vera en la piel en relación con la desobstrucción de los poros son las propiedades saponificadoras de la combinación aminoácidos/polisacáridos, que transforman los depósitos grasos que obstruyen los poros en sustancias jabonosas de fácil eliminación con el aseo cotidiano (Neil, P. 2005).

### **c. Antraquinonas**

Palacios, G. (1999) menciona que son laxantes naturales y potentes antibióticos y antivirales. Las principales antraquinonas del aloe son:

- La aloina: con propiedades laxantes y analgésicas.
- La aloemodida: además de laxante es muy eficaz en la lucha contra las infecciones, es bactericida y fungicida. Por medio de determinadas reacciones orgánicas genera ácido salicílico, siendo este último el componente de la aspirina, de ahí su efecto calmante y febrífugo.
- El ácido aloético: tiene acción bactericida y antivírica, neutraliza las toxinas bacterianas.
- El ácido cinámico: con cualidades fungicidas (combate los hongos) y es un potente limpiador. Resulta especialmente indicado para descomponer tejidos necróticos (muertos) y como calmante del dolor.

## **F. CONTROL DE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS TERMINADOS**

Vásquez, P. (2011), menciona que el control de calidad de los productos cárnicos terminados, ya sea a nivel de industria o de laboratorio oficial de control tiene por finalidad determinar si cumplen con las disposiciones legales vigentes. A la industria le interesa además comprobar el mantenimiento de la calidad de sus productos, o sea, la uniformidad de fabricación. Los controles de calidad en el producto terminado comprenden los siguientes parámetros: calidad sanitaria, calidad sensorial y calidad nutritiva.

### **1. Calidad sanitaria**

Los controles para evaluar la calidad sanitaria contemplan todos aquellos aspectos relacionados con la protección de la salud del consumidor y por lo tanto son regulados por las legislaciones de carácter obligatorio existentes en cada país. Todas las reglamentaciones consideran la calidad sanitaria como un requisito básico que debe ser cumplido satisfactoriamente, cualquiera sea el producto cárnico. Se incluyen dentro de este control sanitario: estado microbiológico, presencia de aditivos no permitidos, nivel de residuos de contaminantes. Dentro del control de los aditivos permitidos interesa cuantificar los aditivos residuales. (Vásquez, P.2011)

Larrañaga, L. (2013), reporta que la hamburguesa común, preparada con carne picada o molida presenta el riesgo de estar frecuentemente contaminada con bacterias como la *Escherichia coli* causante del síndrome urémico hemolítico muy peligroso en los niños; esta dolencia puede afectar a los adultos, pero es particularmente grave (hasta mortal) en los niños, la gente inmunodeprimida y en ancianos. Ante esto se aconseja la cocción más completa posible de toda hamburguesa en otras palabras: no deben quedar zonas crudas o rosadas en el interior de la hamburguesa; más aún, se desaconseja dar de comer hamburguesas a los niños pequeños. Sin embargo el exceso de cocción así mismo presenta otro problema para la salud ya que el consumo frecuente de carne con partes quemadas también es nocivo. Algunas personas sustituyen la carne de ternera o res por carne de pollo (elaborada bajo el mismo procedimiento) ya que alegan que ésta última es menos riesgosa (no tiende a albergar la *Escherichia coli*) además de que es de fácil digestión.

## **2. Calidad sensorial**

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos y otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín “sensus”, que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, entre otros. Este análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos (Beltrán, C. 2014).

En general el análisis sensorial es usado para medir la relación entre los índices sensoriales del producto y las especificaciones sensoriales que se desea obtener. Actualmente se considera una herramienta imprescindible que permite obtener información sobre aspectos de la calidad de los alimentos a los que no se puede tener acceso con otras técnicas analíticas. Se propone un Procedimiento Analítico de Evaluación Sensorial (PAES) basado en la evaluación de los defectos de cada uno de los atributos que conforman cada una de las características organolépticas (Beltrán, C. 2014).

### **3. Parámetros Sensoriales**

#### **a. Color**

El aspecto físico de la carne y los productos cárnicos presentados al consumidor es algo esencial. La apariencia física es la principal característica en la que se basa el consumidor para seleccionar los productos, se considera que el color de la carne es el primer factor a tener en cuenta por el consumidor por ser este relacionado con la frescura, por tal razón la industria desarrollo productos específicos para el manejo del color (Beltrán, C. 2014).

El color depende de la cantidad de pigmento mioglobina y hemoglobina del músculo, también del estado óxido reducción e influenciado por la capacidad de retención de agua, porque cuando tiene agua ligada absorbe más radiaciones y refleja pocas dando una impresión más oscura (Anzaldúa, M. 2012)

#### **b. Textura**

La característica organoléptica textura, es el conjunto de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto perceptible por los mecanos receptores, los receptores táctiles, visuales y auditivos (Beltrán, C. 2014).

#### **c. Dureza**

La dureza es el comportamiento de la carne a la masticación. Esto implica la resistencia de la carne a la presión dental, la dificultad de cortar la carne, el grado de adhesión (depende de la cantidad de reticulina y de elastina). La dureza depende de la cantidad y de la calidad del tejido conectivo, también del grado interacciones entre las proteínas y del grado de desorganización de las miofibrillas. Por último, y algo menos importante, depende de la cantidad de grasa intermuscular e intramuscular que enmascara a la hora de masticar la cantidad de tejido conectivo. Depende de los mismos factores ante mortem que la textura, siendo las carnes con textura más vastas las más duras (Bustacara, A. y Joya, F. 2007).

#### **d. Jugosidad**

La jugosidad de la carne se puede desligar en dos percepciones. La primera es la impresión de humedad durante los primeros mordiscos, producida por la liberación rápida de fluidos. La segunda consiste en una liberación lenta consistente de suero y efecto estimulador de la grasa en la producción de saliva (Forrest, J. 1995).

#### **e. Aroma y sabor**

El sabor es una sensación compleja que integra percepciones gustativas y olfativas a través del camino retro nasal. Agrupa los siguientes atributos: tipicidad, calidad e intensidad del sabor propio del producto, limpieza o pureza del olor, armonía y balance entre sus componentes, gustos básicos como son: dulce, salado, ácido, amargo, metálico, entre otros (Beltrán, C. 2014).

La carne cruda tiene un débil olor que ha sido descrito como un recuerdo del ácido láctico comercial. La carne de animales más viejos ofrece un olor más fuerte ocasionado generalmente por hormonas de origen estrogénico y androgénico. El almacenamiento prolongado en condiciones desfavorables produce aromas proteolíticos por las descomposición ocasionada por la acción de las bacterias sobre las proteínas, olores acres o pútridos por el crecimiento microbiano, y rancios por la oxidación de las grasas. El aroma de la carne cocinada es mucho más pronunciado que el de la carne cruda y se ve afectado por el método de cocción (Bustacara, A. y Joya, F. 2007).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Investigación y Docencia de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el km 11/2 Panamericana Sur, el mismo que tuvo una duración de 60 días. Las condiciones meteorológicas de la zona de influencia se reportan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.

Parámetro	Promedio
Temperatura, °C	13.50
Precipitación, mm/año	43.8
Humedad relativa, %	61.4

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales (2017)

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Se utilizó 24 kg. de carne para hamburguesas, que se distribuyeron en las 12 unidades experimentales y cada una con un peso de 2 kg. por repetición. Para los análisis bromatológicos, microbiológicos y sensoriales, se consideró como tamaño de la unidad experimental 100 g. de la carne para hamburguesas obtenidas de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales.

#### C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron fueron:

##### 1. Materiales

- Tablas plásticas para picar la carne
- Juego de cuchillos

- Bandejas de acero inoxidable
- Mesas de procesamiento
- Dos canastas para el almacenamiento
- Fundas de empaque
- Equipo de oficina
- Jabones, detergentes y desinfectantes
- Escoba
- Fundas de plástico
- Libreta de apuntes

## **2. Ingredientes para la elaboración de la hamburguesa**

- Carne de cerdo
- Carne de res
- Gel de soya
- Pan molido
- Huevos
- Aloe vera
- Hielo
- Aditivos
- Condimentos

## **3. Equipos**

- Balanza eléctrica
- Báscula
- Mezcladora
- Cámara de congelación

## **4. Instalaciones**

- Sala de procesamiento de la planta de Cárnico de la FCP.
- Sección de catación del Laboratorio de Alimentos de la FCP.



## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó las características, bromatológicas, microbiológicas y sensoriales de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera* (1, 2 y 3%), para ser comparadas con un tratamiento control (0 % de *Aloe vera*), por lo que se contó con cuatro tratamientos experimentales, con tres repeticiones cada uno y que se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar (DCA), y que para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$	=	Valor del parámetro en determinación
$\mu$	=	Media general
$\alpha_i$	=	Efecto de los niveles de <i>Aloe vera</i>
$\varepsilon_{ij}$	=	Efecto del error experimental

El esquema del experimento empleado se reporta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Niveles de <i>Aloe vera</i>	Código	Repeticiones	TUE*	Kg/tratamiento
0 %	T0	3	2	6
1 %	T1	3	2	6
2 %	T2	3	2	6
3 %	T3	3	2	6
TOTAL, kg. de carne preparada para hamburguesas				24

TUE\*: Tamaño de la unidad experimental de 2 kg. de carne para hamburguesa.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

### 1. Composición bromatológica

- Humedad, %
- Materia seca, %

- Proteína, %
- Grasa, %
- Fibra, %
- Cenizas, %

## **2. Valoración microbiológica**

- Aerobios mesófilos, UFC/g.
- Coliformes Totales, UFC/g.
- Escherichia coli, UFC/g.

## **3. Valoración organoléptica**

- Color, 10 puntos.
- Olor, 10 puntos
- Sabor, 10 puntos
- Textura, 10 puntos
- Apariencia, 10 puntos
- Total, 50 puntos

## **4. Análisis económico**

- Costos de Producción.
- Beneficio/Costo.

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

Los resultados obtenidos fueron procesados en el Software Estadístico SPSS Versión 21, en el que se realizaron los siguientes análisis:

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA).
- Separación de medias con la prueba de Tukey al nivel de  $P \leq 0.05$ .
- Prueba del Rating Test propuesta por Witting, E. (1981), utilizándose plantillas de cálculo realizadas en el Software Microsoft Excel Versión 13.

- Análisis de la regresión polinomial para la determinación de las líneas de tendencia en las variables que presentaron diferencias estadísticas por efecto de los niveles de Aloe vera empleados.

El esquema del análisis de varianza (ADEVA), que se empleó se reporta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL ADEVA PARA LA VALORACIÓN NUTRITIVA.

Fuente de varianza	Grados de libertad
Total	11
Tratamiento	3
Error	8

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Obtención del gel de Aloe vera

- Previamente seleccionadas las hojas de sábila, que debían presentarse carnosas y frescas, se procedió a lavarlas con abundante agua para remover toda la suciedad e impurezas que pudieron estar adheridas en la parte externa de la hoja.
- Enseguida y con la utilización de un cuchillo se rasgaron las hojas a lo largo por la mitad quitando la cubierta, raspando la pulpa y recolectando el gel que se encuentra en el interior de las hojas.
- Este gel se le colocó en un frasco de vidrio previamente esterilizado hasta su utilización.

### 2. Elaboración de las hamburguesas

Para la elaboración de las hamburguesas con la adición de diferentes niveles de Aloe vera, se tomó en consideración las formulaciones propuestas en el Cuadro 8. Las actividades realizadas para la elaboración de la hamburguesa se describen a continuación.

Cuadro 8. FORMULACIONES PARA ELABORACIÓN DE 2 KG DE HAMBURGUESAS CON DIFERENTES NIVELES DE ALOE VERA.

Ingredientes	Niveles de Aloe vera							
	%		1 %		2 %		3 %	
	%	Kg.	%	Kg.	%	Kg.	%	Kg.
Carne de cerdo	38,64	0,77	38,14	0,76	37,64	0,75	37,14	0,74
Carne de res	38,14	0,76	37,64	0,75	37,14	0,74	36,64	0,73
Gel de soya	2,81	0,06	2,81	0,06	2,81	0,06	2,81	0,06
Hielo	2,37	0,05	2,37	0,05	2,37	0,05	2,37	0,05
Sal	1,54	0,03	1,54	0,03	1,54	0,03	1,54	0,03
Tripolifosfato	0,08	0,002	0,08	0,002	0,08	0,002	0,08	0,002
Pan molido	3,70	0,074	3,70	0,074	3,70	0,074	3,70	0,074
Cebolla	1,45	0,029	1,45	0,029	1,45	0,029	1,45	0,029
Huevos	8,11	0,162	8,11	0,162	8,11	0,162	8,11	0,162
Pimienta negra	0,19	0,004	0,19	0,004	0,19	0,004	0,19	0,004
Sal nitro	0,15	0,003	0,15	0,003	0,15	0,003	0,15	0,003
Ajo fresco	2,01	0,040	2,01	0,040	2,01	0,040	2,01	0,040
Dextrina	0,76	0,015	0,76	0,015	0,76	0,015	0,76	0,015
Eritorbato de Na	0,05	0,001	0,05	0,001	0,05	0,001	0,05	0,001
Aloe vera	0,00	0,000	1,00	0,020	2,00	0,040	3,00	0,060
TOTAL	100.0	2.00	100.0	2.00	100.0	2.00	100.0	2.00

- Recepción de la materia prima: la materia prima fue obtenida del centro de comercialización (mercado).
- Deshuesado: esta parte del proceso consistió en retirar los restos de material óseo que estuviere presente en la materia prima (carnes).
- Trozado: corresponde a reducir los fragmentos grandes de carne a pedazos pequeños que faciliten el molido.
- Molido: la carne de res y de cerdo ya limpiadas fueron molidas con disco 3.
- Emulsionado: durante este proceso se fueron incluyendo los insumos, aditivos y condimentos previo su pesado.
- Moldeado: esta actividad proporciona a la carne la forma y el tamaño adecuado, dándole la forma circular con un diámetro aproximado de 8 cm.
- Refrigerado: listas las hamburguesas se conservaron en refrigeración a 4 °C, hasta su comercialización.

### 3. Programa sanitario

Para empezar el trabajo experimental se realizó la limpieza y desinfección de las instalaciones de la Planta de Cárnicos, así como de los equipos y materiales, se utilizaron desinfectantes como el cloro ya que son efectivos frente a todas las bacterias vegetativas, virus, esporas bacterianas, levaduras y mohos. Típicamente se utiliza concentraciones entre 50 –200 ppm. Así como también un detergente común para evitar cualquier tipo de contaminación en el proceso de elaboración del producto. Esta limpieza y desinfección se realizó continuamente durante el tiempo que duró la investigación.

## H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### 1. Composición bromatológica

Para conocer la composición bromatológica de las hamburguesas, se tomaron muestras de 100 g. y se enviaron al Laboratorio de Bromatología y Microbiología de Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD), de la ciudad de Quito, para la determinación del contenido de humedad, materia seca, proteína, grasa, cenizas y fibra, y que se basaron en la metodología que se resume en el Cuadro 9.

Cuadro 9. MÉTODOS ANALÍTICOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO DE AGROCALIDAD PARA LA HAMBURGUESA CRUDA.

Parámetro	Unidad	Método
Humedad	%	Gravimétrico NTE INEN 777
Materia Seca	%	Gravimétrico NTE INEN 777
Proteína (Nx6,25)	%	Kjeldahl PEE/B/02
Grasa	%	Soxhlet NTE INEN 778
Cenizas	%	Gravimétrico NTE INEN 786
Fibra	%	Gravimétrico PEE/B/05

Fuente: AGRO CALIDAD (2016).

## 2. Valoración microbiológica

Para establecer la carga microbiológica de las hamburguesas, se tomaron muestras de 100 g. las cuales fueron enviadas al Laboratorio de Microbiología y Parasitología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, para la determinación microbiana en base a la utilización de placas Petrifilm.

## 3. Valoración organoléptica

Para establecer el grado de aceptación de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*, mediante la valoración de las características organolépticas, se coordinó con el director de tesis, para seleccionar el panel de catadores no entrenados, los cuales contaron con las siguientes características un total de 30 catadores, de ambos sexos y una edad promedio de 23 a 25 años, quienes asignaron calificaciones considerando los siguientes parámetros:

Color	10 puntos
Olor	10 puntos
Sabor	10 puntos
Textura	10 puntos
Apariencia	10 puntos
Total,	50 puntos

Una vez definidas las muestras por tratamiento y repetición respectivamente se procedió al análisis sensorial, para lo cual se entregó a cada juez la encuesta correspondiente, en la que se pedía valorar las muestras en una escala numérica.

## 4. Análisis económico

Los costos de producción se determinaron dividiendo los egresos totales para la cantidad de hamburguesa obtenida y sus resultados se expresan en dólares por kg. Mientras que el beneficio/costo, se obtuvo dividiendo los ingresos totales para los egresos totales realizados.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA

Los resultados bromatológicos del análisis de la hamburguesa elaborada con diferentes niveles de Aloe vera se reportan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LAS HAMBURGUESAS ELABORADAS CON DIFERENTES NIVELES DE ALOE VERA.

Parámetro	Niveles de Aloe vera				E.E.	Prob.	C.V.
	0%	1%	2%	3%			
Humedad, %	59,44 c	60,42 B	60,16 b	62,71 A	0,37	0,000	0,42
Materia seca, %	40,56 a	39,58 B	39,84 b	37,29 C	0,37	0,000	0,65
Proteína, %	22,67 a	22,40 A	22,77 a	21,17 B	0,25	0,047	2,82
Grasa, %	8,64 a	7,72 ab	8,34 ab	6,77 B	0,26	0,026	7,88
Cenizas, %	3,33 a	3,32 A	3,22 b	3,15 B	0,02	0,000	0,97
Fibra, %	0,33 a	0,25 b	0,28 ab	0,28 Ab	0,01	0,034	11,00

E.E.: Error estándar.

C.V.: Coeficiente de variación en porcentaje.

Prob. <0,05: Existen diferencias significativas.

Prob. <0,01: Existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras distintas en una fila difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.

#### 1. Humedad, %

En las hamburguesas por efecto de utilización de diferentes niveles de *Aloe vera* se encontraron diferencias altamente significativas en los contenidos de humedad ( $P < 0.01$ ), ya que de 59.44 % que contenían las hamburguesas del grupo control, esta se elevó a 60.42 % con el 1 % de *Aloe vera* y a 62.71 % de humedad con el 3 % de *Aloe vera*, por lo que el análisis de la regresión determinó una tenencia cúbica altamente significativa (Gráfico 1) y que determina que en la hamburguesa cuando se utiliza el 1 % de *Aloe vera*, el contenido de humedad tiende a elevarse, reduciéndose ligeramente con el nivel 2 % con 60.16 %, pero cuando se utiliza niveles superiores al 2 %, el contenido de humedad nuevamente se incrementa lo que puede deberse a que el *Aloe vera* según Vega, A. (2005), alrededor de 98,5% de agua y es rico en mucílagos, lo que hace que el contenido de humedad se incremente con su empleo.

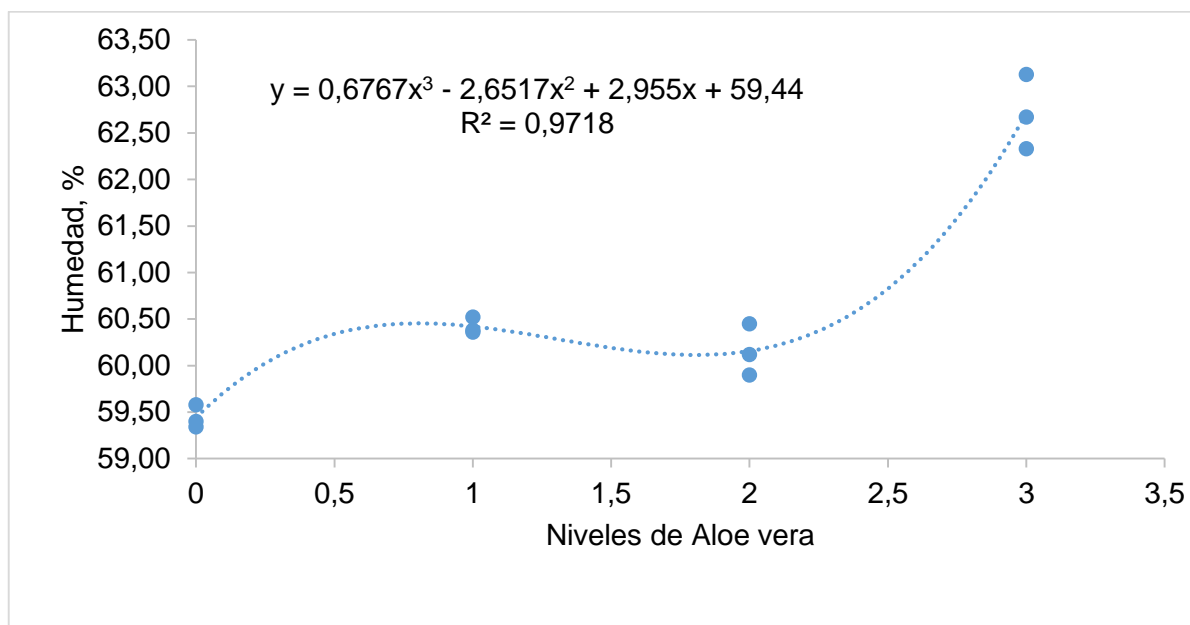


Gráfico 1. Comportamiento del contenido de humedad (%) en las hamburguesas, elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*.

Las resultados de humedad (59.44 % a 62.71 %), presentan ser inferiores a las reportadas por Valdiviezo, V. (2010), quien en las hamburguesa frescas elaboradas con diferentes niveles de carragenato determinó que contenían 70.18 %, al igual que Orozco, H. (2013), que elaboró hamburguesas con carne de res y cerdo deshidratada y al rehidratarla encontró que esta tenía 74.18 % de humedad, variaciones que pueden justificarse con lo que señalan García, G. y Sanz, B. (1986), en que dada la enorme variedad de ingredientes y de sus proporciones en la hamburguesa, es difícil, cuando no imposible, generalizar sobre su composición química.

## 2. Materia seca, %

El contenido de materia seca de las hamburguesas presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de los niveles de *Aloe vera* empleados; y al ser inversamente proporcional al contenido de humedad, estableció que las hamburguesas que presentaron la mayor cantidad de humedad son las que presentan la menor cantidad de materia seca, como es el caso de la elaborada con el 3% de *Aloe vera* que presentó un contenido de 37.29 %, a diferencia del grupo control que registra la mayor cantidad de materia seca (40.56



%), por lo que mediante el análisis de la regresión se determinó una tendencia cúbica altamente significativa ( $P < 0.01$ ), que establece que el contenido de materia seca se reduce al emplearse el 1 % de *Aloe vera* (39.58 %), incrementándose levemente con el nivel 2 % (39.84 %), pero con niveles superiores el contenido de materia seca se reduce, como se observa en el Gráfico 2.

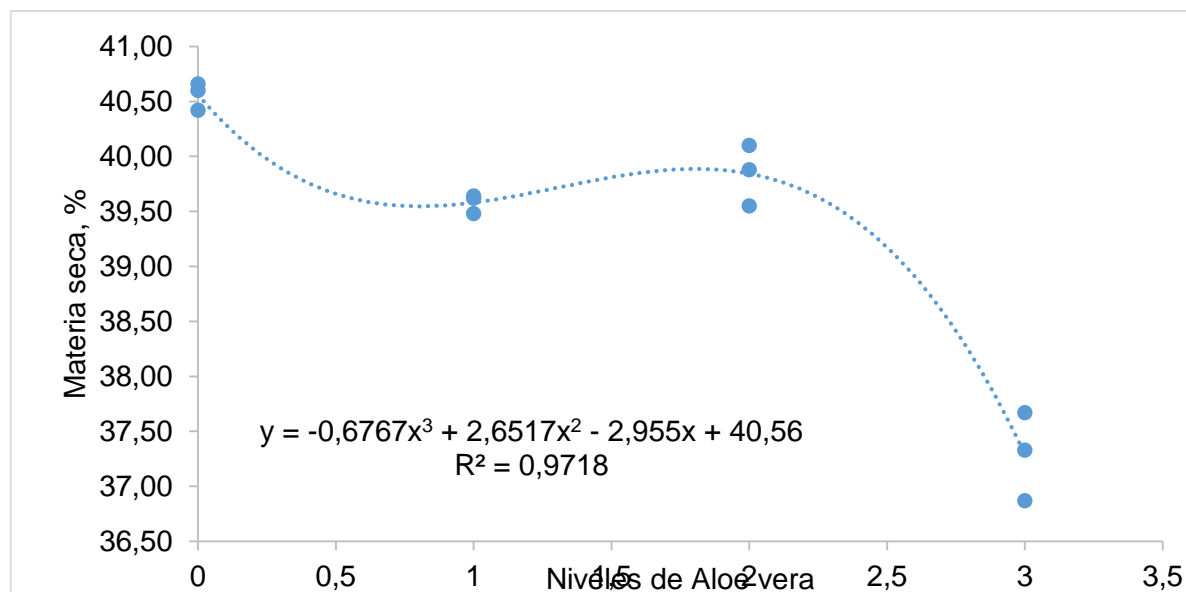


Gráfico 2. Comportamiento del contenido de materia seca (%) en las hamburguesas, por efecto del empleo de diferentes niveles de *Aloe vera*.

De acuerdo al reporte de Valdiviezo, V. (2010), que establece que las hamburguesas frescas elaboradas con carragenato contienen 29.82 % de materia seca, así como Orozco, H. (2013), que señaló que las hamburguesas con carne de res y cerdo rehidratada presentaron el 25.82 % de materia seca, se puede indicar que los resultados obtenidos son superiores puesto que los contenidos de materia seca de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera* fueron entre 37.29 y 40.56 %, debiendo indicarse que las diferencias de resultados entre estudios pueden deberse a las formulaciones que se utilizaron en cada uno de los procesos de elaboración.

### 3. Proteína, %

El empleo de los niveles de *Aloe vera* en la elaboración de hamburguesas

afectaron estadísticamente ( $P < 0.05$ ) el contenido de proteína, por cuanto del 22.67 % registrada en las hamburguesas del grupo control, se redujo hasta el 21.17 y 22.40 %, correspondiente al 3 y 1 %, incrementándose ligeramente al utilizar el 2 % con 22.77 % por lo que según el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal negativa (Gráfico 3), y que determina que por cada unidad adicional de *Aloe vera* que se emplee en la elaboración de hamburguesa, se reducirá el contenido de proteína en 0.415 unidades, y que puede deberse a que de acuerdo a Vega, A. ( 2005), el *Aloe vera* contiene alrededor de 98,5% de agua y máximo 5 % de otros nutrientes, de ahí que se considere que a medida que se incremente al nivel de *Aloe vera* en la elaboración de hamburguesas su contenido proteico se reduce.

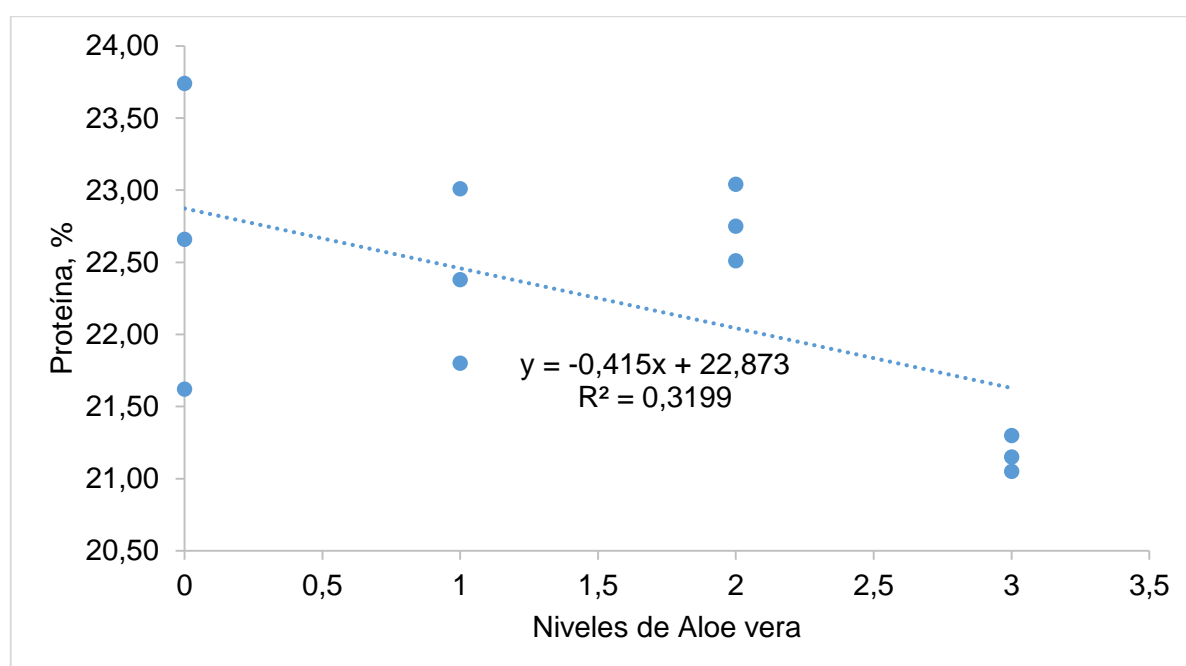


Gráfico 3. Comportamiento del contenido de proteína (%) en las hamburguesas, por efecto del empleo de diferentes niveles de *Aloe vera*.

El contenido de proteína de las hamburguesas, elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*, fueron entre 21.17 y 22.67 %, porcentajes que cumplen con los requisitos exigidos por el INEN. (2012), en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012, donde se indica que los productos cárnicos crudos deben contener un mínimo de proteína total de 14 %, con respecto a otros estudios las hamburguesas elaboradas en nuestro estudio contienen una mayor cantidad de

proteína, por cuanto García, G. y Sanz, B. (1986), indican que la hamburguesa cruda contiene el 15.2 %, Valdiviezo, V. (2010), señala el 19.92 % y Orozco, H. (2013), el 15.89 % de proteína.

#### 4. Grasa, %

Los contenido de grasa de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera* variaron entre 6.77 y 8.64 % que corresponden a las elaboradas con el 3 % de *Aloe vera* y las del grupo control (en su orden), mientras que con los niveles 1 y 2 % los resultados corresponden a 7.72 y 8.34 %, respectivamente, por lo que a través del análisis de la regresión se determinó una tendencia cúbica (Gráfico 4), que establece que, cuando se utiliza el 1 % de *Aloe vera*, el contenido de grasa se reduce, elevándose ligeramente con la adición del 2 %, pero con niveles superiores vuelve a descender su contenido graso, lo que puede deberse a que en el *Aloe vera* hay más de 200 sustancias químicas, si bien el componente mayoritario es el agua, el resto de componentes se encuentran en una muy baja concentración, siendo los componentes minoritarios los compuestos fenólicos, proteínas, lípidos, ácidos orgánicos, aminoácidos, ciertas vitaminas y minerales, etc., como lo indica Rodríguez, E. ( 2010).

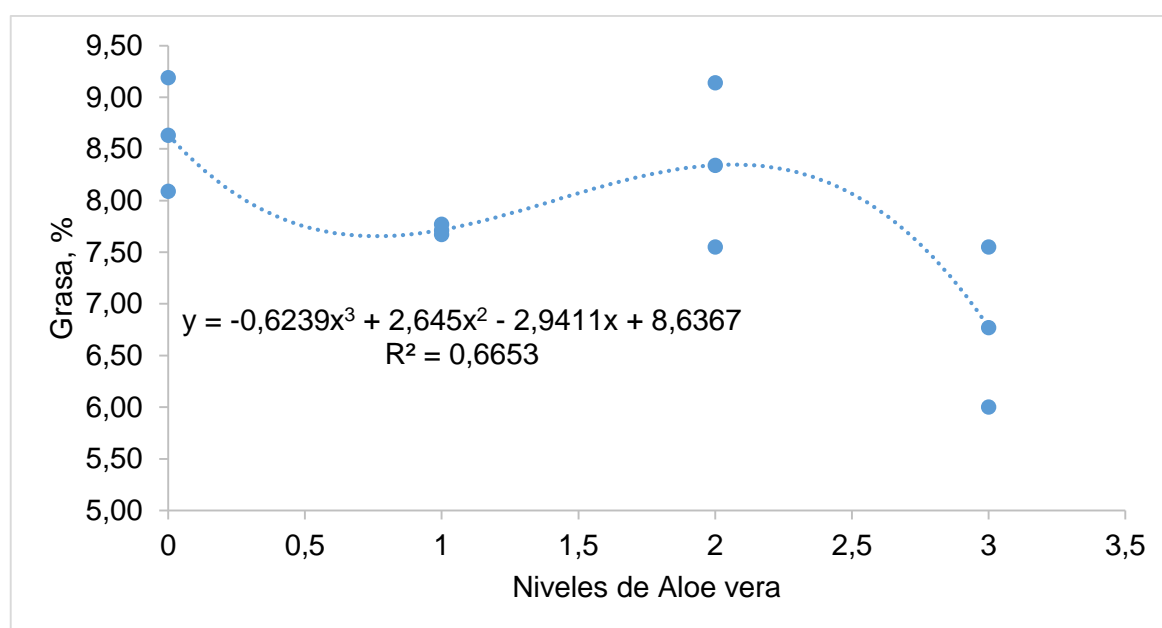


Gráfico 4. Comportamiento del contenido de grasa (%) en las hamburguesas, por efecto del empleo de diferentes niveles de *Aloe vera*.

Los contenidos de grasa observados cumplen con lo que exige el INEN (2012), en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012, que señala que los productos cárnicos crudos como la hamburguesa, debe contener como máximo el 25 % de grasa, los resultados obtenidos en nuestro estudio fueron inferiores con relación al reporte de García, G. y Sanz, B. (1986), quienes señala que las hamburguesas crudas contienen 20.20 % de grasa; Valdiviezo, V. (2010), determinó en las hamburguesas frescas elaboradas con diferentes niveles de carragenato un contenido de 20.06 % de grasa y Orozco, H. (2013), señaló que las hamburguesas con carne de res y cerdo deshidratada y al rehidratarla determinó el 20.65 % de grasa, diferencias que pueden deberse a que posiblemente estos investigadores en su formulación añadieron grasa de cerdo.

## **5. Cenizas, %**

Con la adición del *Aloe vera* en la elaboración de hamburguesas, los contenidos de cenizas se fueron reduciendo en función del nivel utilizado, por cuanto de 3.33 % que contenían las hamburguesas del grupo control, se redujo a 3.32 % con el empleo de 1 %, a 3.22 % con el nivel 2 % y a 3.15 % de cenizas con el empleo de 3 % de *Aloe vera*, registrándose entre estos valores diferencias altamente significativas ( $P > 0.01$ ), por lo que el análisis de la regresión determinó un comportamiento lineal negativo altamente significativo, que determina que por cada unidad adicional de *Aloe vera* que se utilice en la formulación de la hamburguesa, el contenido de cenizas se reduce en 0.063 unidades (Gráfico 5), lo que puede deberse a que el *Aloe vera* contiene menores cantidades de cenizas que la carne, Morales, M. (2012), indica que el *Aloe vera* posee minerales pero no en una cantidad significativa, pero que son fundamentales para el equilibrio bioquímico y la salud.

Adicionalmente, se puede indicar que los valores obtenidos del contenido de cenizas son superiores a los encontrados por Valdiviezo, V. (2010), quien determinó en las hamburguesas frescas elaboradas con diferentes niveles de carragenato el 1.60 % de cenizas, así como Orozco, H. (2013), en la hamburguesa de carne de res y cerdo rehidratarla encontró 1.32 % de cenizas, ratificándose por tanto, que dada la enorme variedad de ingredientes que se

utilizan en la elaboración de las hamburguesas, estas presentaran composiciones bromatológicas diferentes, no pudiendo estabilizarse o generalizarse sus contenidos.

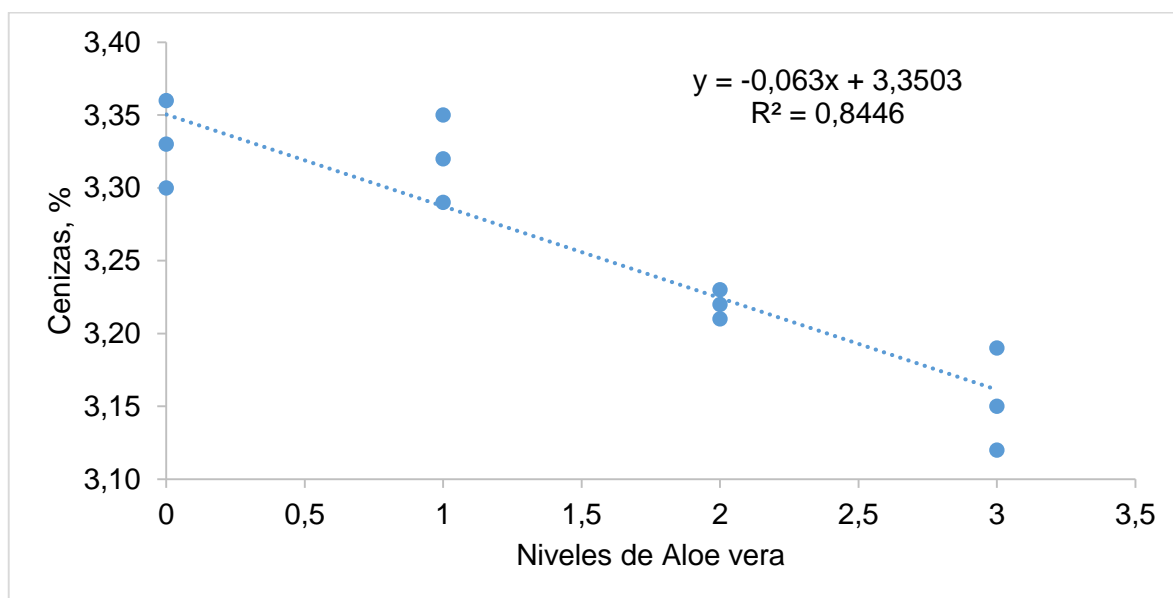


Gráfico 5. Comportamiento del contenido de cenizas (%) en las hamburguesas, por efecto del empleo de diferentes niveles de *Aloe vera*.

## 6. Fibra, %

Los contenidos de fibra en las hamburguesas variaron de 0.25 % de las elaboradas con 1 % de *Aloe vera* a 0.33 % en las hamburguesas del grupo, existiendo diferencias significativas entre estas ( $P < 0.05$ ), mientras que al emplearse 2 y 3 % las cantidades observadas fueron de 0.28 %, en ambos casos, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia cuadrática significativa, que determina que el contenido de fibra de las hamburguesas se reducen al emplear el 1 % de *Aloe vera*, pero con niveles superiores tiende a elevarse ligeramente como se observa en el Gráfico 6, debiendo señalarse que en los productos cárnicos no existen reportes de contenido de fibra y que las cantidades observadas son pequeñas, por cuanto no llegan al 1 % y su presencia puede deberse posiblemente a la calidad de la carne empleada, ya que en la elaboración de las hamburguesas no siempre se utiliza carne de primera, por lo que puede contener tejido conectivo, micro fibrillas musculares, entre otros tejidos.

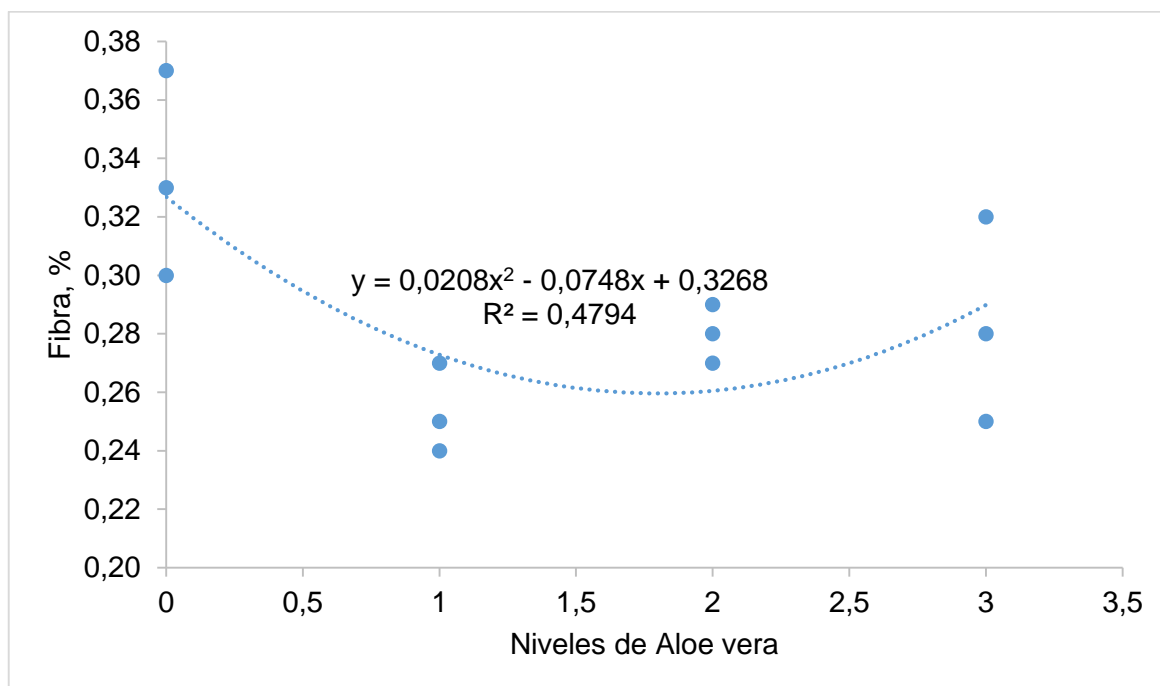


Gráfico 6. Comportamiento del contenido de fibra (%) en las hamburguesas, por efecto del empleo de diferentes niveles de *Aloe vera*.

## B. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA

Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera* se reporta en el Cuadro 11.

Cuadro 11. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICA EN LAS HAMBURGUESAS ELABORADAS CON DIFERENTES NIVELES DE ALOE VERA.

Parámetro	Niveles de Aloe vera				E.E.	Prob.
	0%	1%	2%	3%		
Aerobios mesófilos, UFC/g	941 A	1009 a	804 a	1054 A	0,056	0,383
Coliformes totales, UFC/g	62 A	14 c	18 c	29 ab	0,192	0,005
<i>Escherichia coli</i> , UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia		

E.E.: Error estándar.

Prob. >0,05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,01: Existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras distintas en una fila difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tuckey.

## 1. Aerobios mesófilos, UFC/g

La presencia de Aerobios mesófilos en la hamburguesa elaborada con diferentes niveles de *Aloe vera* registraron cantidades entre 941, 1009, 804 y 1054 UFC/g en las hamburguesas elaboradas con el 0, 1, 2 y el 3 % de *Aloe vera*, en su orden (Gráfico 7), que estadísticamente no son diferentes. Los valores indicados, se encuentran entre los límites permitidos que reporta el INEN (2012), en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012, donde se indica que el nivel de aceptación es de  $1.0 \times 10^6$  (1000000) UFC/g, mientras que el nivel de rechazo es de  $1.0 \times 10^7$  UFC/g, por consiguiente se considera que las hamburguesas elaboradas son aptas para el consumo humano.

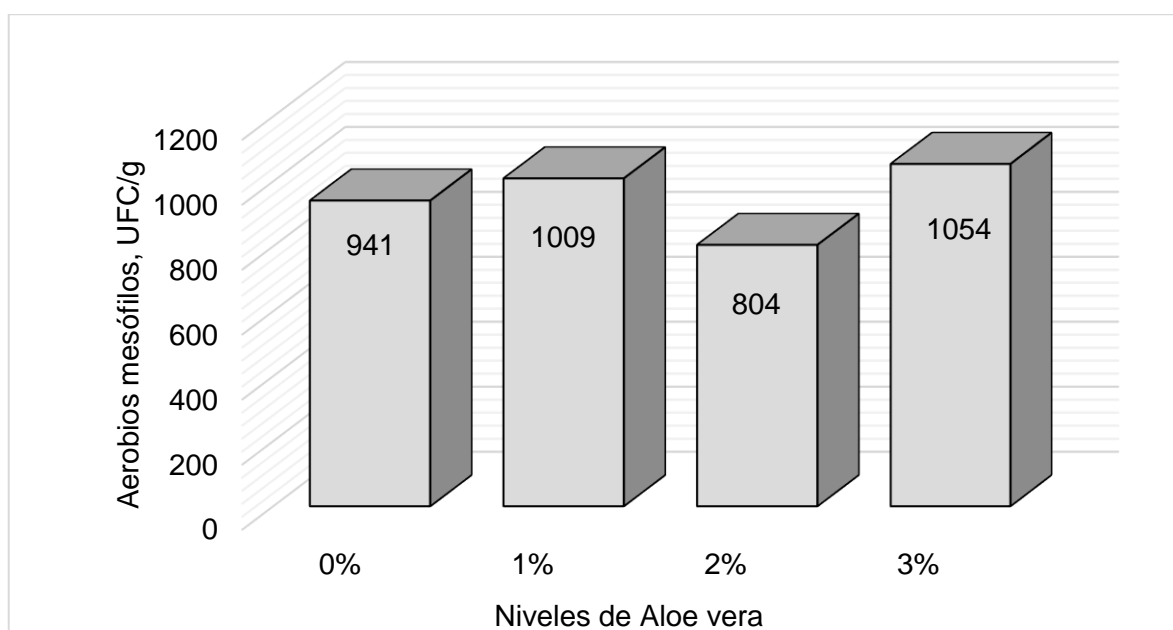


Gráfico 7. Presencia de Aerobios mesófilos (UFC/g) en las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*.

## 2. Coliformes totales, UFC/g

En las hamburguesas del grupo control la presencia de Coliformes totales fue de 62 UFC/g, pero cuando se empleó el *Aloe vera* en su elaboración, la cantidad de estos microorganismos se redujeron a 29 UFC/g cuando se utilizó el nivel 3 %, 18 UFC/g con el nivel 2 % y 14 UFC/g con el nivel 1 %, valores que presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), por lo que mediante el análisis de la regresión

se estableció una tendencia cúbica significativa (Gráfico 8) , que determina que la presencia de Coliformes totales se reduce cuando se utiliza el 1 %, pero con mayores niveles tiende a incrementarse pero no de una manera proporcional. A pesar de su presencia, se considera que las hamburguesas elaboradas con *Aloe vera* son aptas para el consumo por cuánto, las cantidades encontradas son inferiores a las exigidas a nivel de fábrica por el INEN (2016), en la Norma NTE INEN 1 340:96, que establece como nivel de rechazo 100 UFC/ o  $1.0 \times 10^2$  UFC/g.

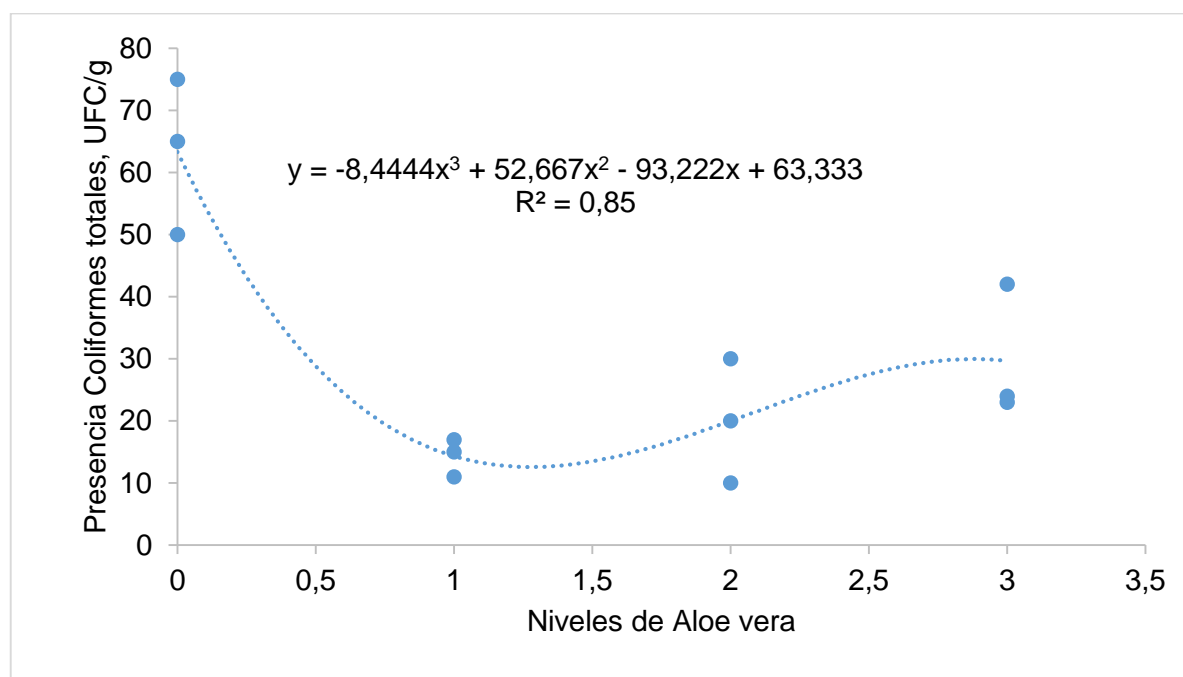


Gráfico 8. Comportamiento de los Coliformes totales (UFC/g) en las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*.

### 3. Escherichia coli, UFC/g

Con respecto a la presencia de Coliformes fecales o *Escherichia coli*, estas hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera* estuvieron libres de estos microorganismos, La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012 reporta que el nivel de aceptación es de  $1.0 \times 10^2$  UFC/g, mientras que el nivel de rechazo es de  $1.0 \times 10^3$  UFC/g. por lo que se considera que son aptas para el consumo humano, debido a que se elaboraron bajo un estricto control sanitaria.



### C. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA

Al realizar la evaluación de las propiedades organolépticas o sensoriales de las hamburguesas, que son las características percibidas por el consumidor al comprar o comer el producto, se estableció que los niveles de *Aloe vera* empleados no influyeron en sus características organolépticas, pues los catadores no entrenados les asignaron las calificaciones que se reportan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LAS HAMBURGUESAS ELABORADAS CON DIFERENTES NIVELES DE ALOE VERA.

Parámetro	Niveles de Aloe vera				F&	F <sub>tab0,05</sub>	
	0%	1%	2%	3%			
Color, 10 puntos	7,63 a	7,80 a	7,73 a	7,70 a	0,044	5,41	ns
Olor, 10 puntos	7,93 a	7,67 a	7,67 a	8,13 a	1,428	5,41	ns
Sabor, 10 puntos	7,50 a	7,57 a	7,90 a	8,23 a	2,860	5,41	ns
Textura, 10 puntos	7,63 a	7,83 a	7,73 a	7,93 a	0,089	5,41	ns
Apariencia, 10 puntos	7,90 a	7,93 a	7,80 a	8,20 a	0,415	5,41	ns
Total, 50 puntos	38,60 a	38,80 a	38,83 a	40,20 a	0,505	5,41	ns

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas (ns).

Medias con letras iguales en una fila no difieren estadísticamente de acuerdo al ADEVA.

#### 1. Color, 10 puntos

El color es uno de los atributos sensoriales más importantes en el momento de decidir la primera compra, debido a que la apariencia es casi el único parámetro que el consumidor puede utilizar para juzgar su calidad. El color no es una propiedad del objeto sino que depende de tres factores: luz (iluminación); que el objeto absorba o refleje luz; y, de la visión del observador (Arreola, J. 2012), por lo que a las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*, les asignaron calificaciones del color entre 7.63, 7.80, 7.73 y 7.70 puntos sobre 10 de referencia correspondiente al 0, 1, 2 y 3 % de *Aloe vera* (Gráfico 9), que estadísticamente son similares y que denotan que el *Aloe vera* no influyo en su color, observándose en todos los casos un color rojizo con tonos blanquecinos, predominando por tanto el color natural de este producto cárnico, por lo que se establece que todas las hamburguesas tuvieron una buena aceptación.

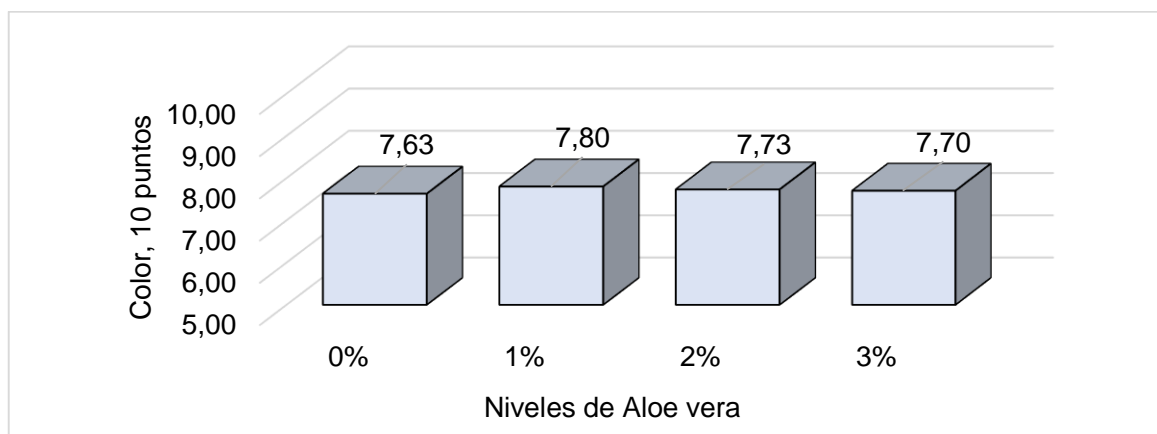


Gráfico 9. Valoración organoléptica del color (puntos) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*.

## 2. Olor, 10 puntos

Las calificaciones asignadas al olor de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera* por las catadores fueron entre 7.93 y 8.13 puntos sobre 10 de referencia y que corresponden a las del grupo control y 3 % y de 7.67 puntos que fueron del 1 y 2 % de *Aloe vera* respectivamente (Gráfico 10), las mismas que no son diferentes estadísticamente, por cuanto en ninguna se percibió el olor del *Aloe vera*, prevaleciendo en todas ellas el de las carnes empleadas, por lo que se considera que todas tuvieron una buena aceptación, lo que es corroborado por Arreola, J. (2012), quien señala que el olor es de suma importancia a la hora de evaluar un alimento debido a que influye directamente en la aceptabilidad del alimento.

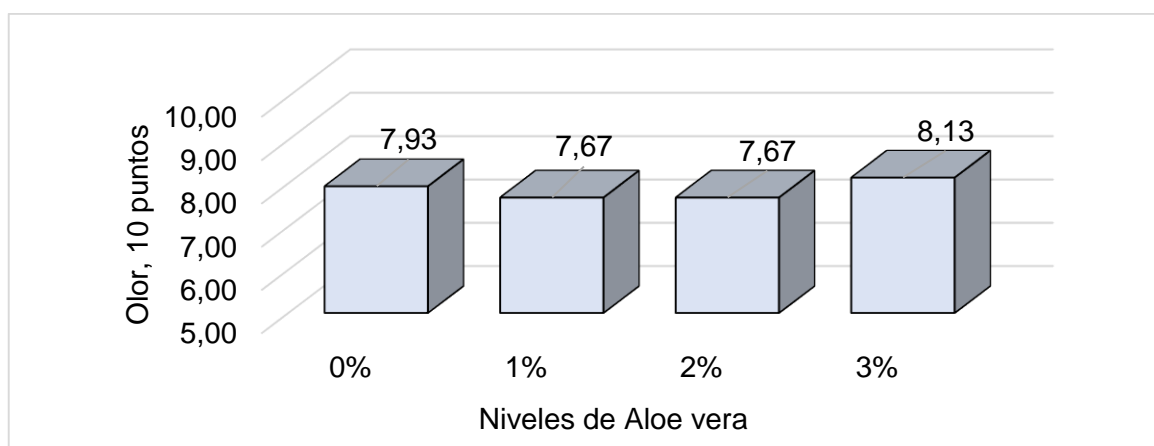


Gráfico 10. Valoración organoléptica del olor (puntos) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*.

Adicionalmente Carduza, F. (2014), indica que el olor es un atributo esencial de un producto cárnico y resulta de un delicado balance entre los compuestos volátiles asociados tanto con el aroma deseado en el producto (olor a carne fresca), como a olores desagradables (olor a hígado, olor rancio), y la interacción de dichos compuestos aromáticos con los elementos de la matriz cárnica.

### 3. Sabor, 10 puntos

Los niveles de *Aloe vera* empleados no influyeron estadísticamente ( $P>0.05$ ) en el sabor de la hamburguesa, por cuanto las valoraciones asignadas fueron entre 7.50 y 8.23 puntos sobre 10 de referencia, que corresponden a las evaluadas del grupo control y 3 %, y de 7.57 y 7.90 puntos a las del 1 y 2 % de *Aloe vera* respectivamente, aunque numéricamente se aprecia que a medida que se incrementa el nivel de *Aloe vera* mejor es la aceptación de la hamburguesa (Gráfico 11), debiendo indicarse que la valoración realizada fue con un panel de degustadores no entrenados. Ramírez, J. (2011), señala que el sabor de los alimentos es muy complejo, ya que combina tres propiedades: el olor, el aroma y el gusto. El sabor es la suma de las tres características y, por lo tanto, su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado.

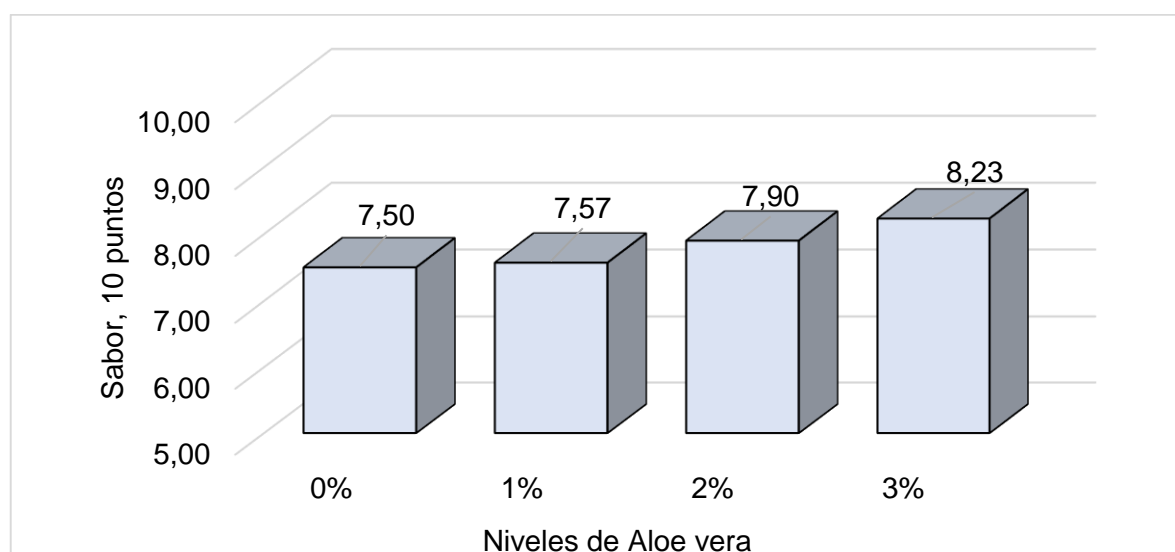


Gráfico 11. Valoración organoléptica del sabor (puntos) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*.

#### 4. Textura, 10 puntos

Las valoraciones a la textura asignadas no fueron diferentes estadísticamente ( $P>0.05$ ), existiendo entre ellas pequeñas diferencias numéricas, por cuanto las calificaciones que recibieron las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera* fueron entre 7.63 puntos en las del grupo control, 7.93 puntos con el 3 %, 7.83 puntos con el 1 % y de 7.73 puntos al utilizar el 2 % de *Aloe vera* (Gráfico 12), lo que demuestra que la inclusión del *Aloe vera* en la elaboración de hamburguesas no influye en su textura, ya que en todos los casos se observó una textura flexible, masticable y jugosa, que la hace atractiva a los consumidores. Ramírez, J. (2011), indica que los consumidores están cada vez más conscientes de la textura de los alimentos, ya que la variedad de productos alimenticios en el mercado se incrementa día a día y los nuevos productos basan su atractivo en nuevas y diferentes texturas más que en nuevos sabores u otras propiedades sensoriales.

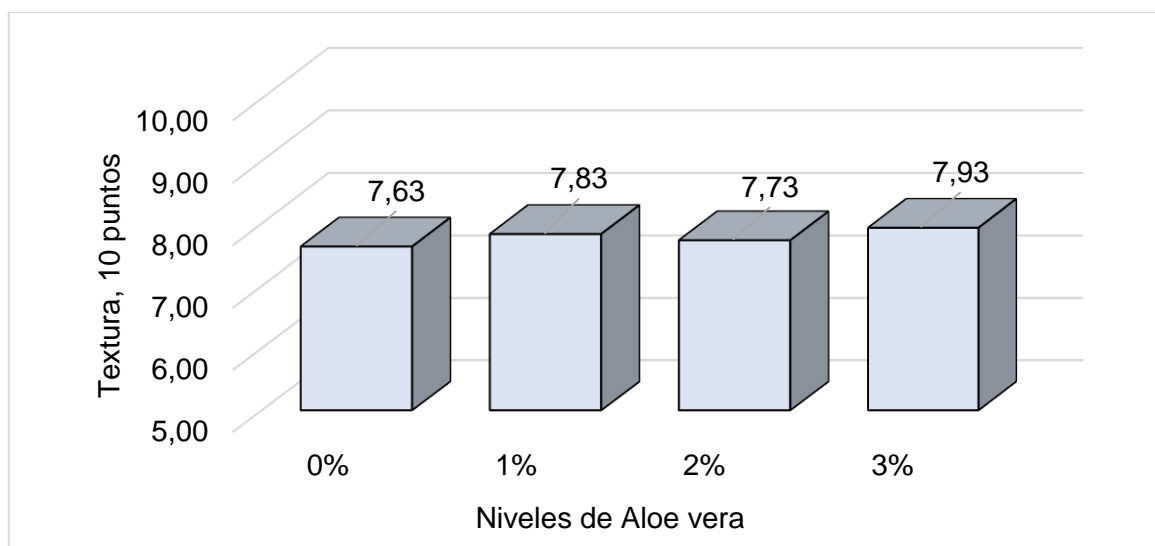


Gráfico 12. Valoración organoléptica de la textura (puntos) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*.

#### 5. Apariencia, 10 puntos

La apariencia como propiedad sensorial comprende un conjunto de atributos, como el color, la forma y tamaño, textura, etc., que son percibidos por el sentido de la vista y tacto, por lo que la apariencia de un producto o de su envase es a

menudo el único atributo usado para la decisión de compra o consumo (Briz, J. y García, R. 2004), en base a este enunciado, se estable que las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*, tuvieron una buena acogida, ya que las calificaciones asignadas fueron entre 7.90 y 8.20 puntos sobre 10 de referencia (Gráfico 13) y que corresponden las del grupo control y en las que se empleó el 3 % de *Aloe vera*, mientras que al utilizar el 1 y 2 % se obtuvieron 7.99 y 7.80 puntos respectivamente, sin que existan diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), entre sus calificaciones, aunque ligeramente tuvieron una mejor preferencia por la hamburguesa elaborada con 3 % de *Aloe vera*.

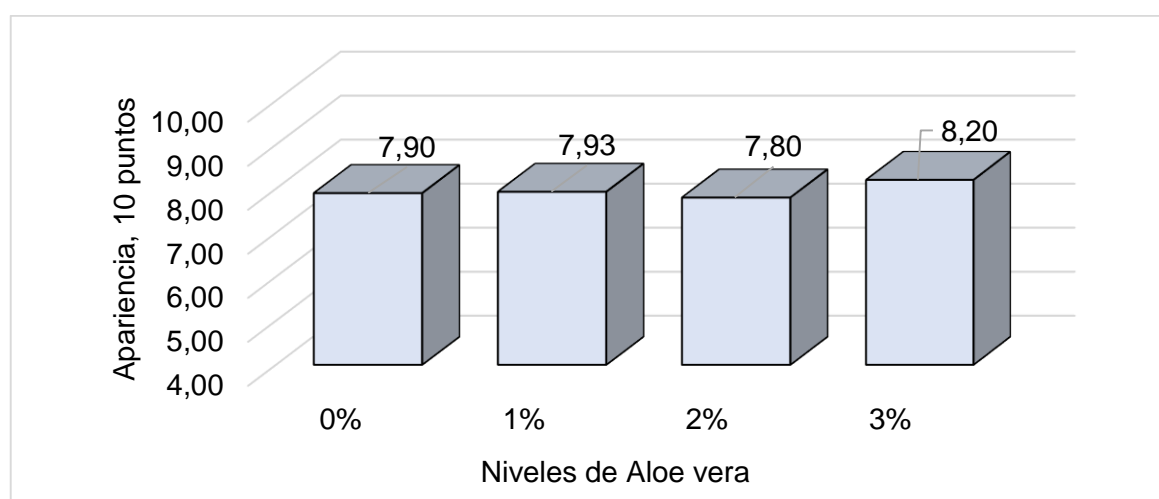


Gráfico 13. Valoración organoléptica de la apariencia (puntos) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*.

## 6. Total, 50 puntos

Los diferentes niveles de *Aloe vera* utilizados en la elaboración de hamburguesas no influyeron estadísticamente ( $P>0.05$ ), en la valoración de las características organolépticas totales, aunque numéricamente las hamburguesas elaboradas con el 3 % de *Aloe vera* presenta una mayor aceptación, por cuanto alcanzó 40.20 puntos sobre 50 puntos de referencia, mientras que las calificaciones de los otros tratamientos fluctuaron entre 38.60, 38.80 y 38.83 puntos y que corresponden a las hamburguesas del grupo control y a las elaboradas con el 1 y 2 % de *Aloe vera*, respectivamente (Gráfico 14), lo que denota que las hamburguesas con la adición del *Aloe vera* tiene una buena aceptación por parte

de los consumidores, justificándose lo señalado por Arreola, (2012), quien indica que la calidad sensorial de un alimento es el conjunto de sensaciones experimentadas por una persona cuando lo ingiere, las cuales se relacionan con características del producto como su color, sabor, aroma y textura (Zhou, E. 2010).

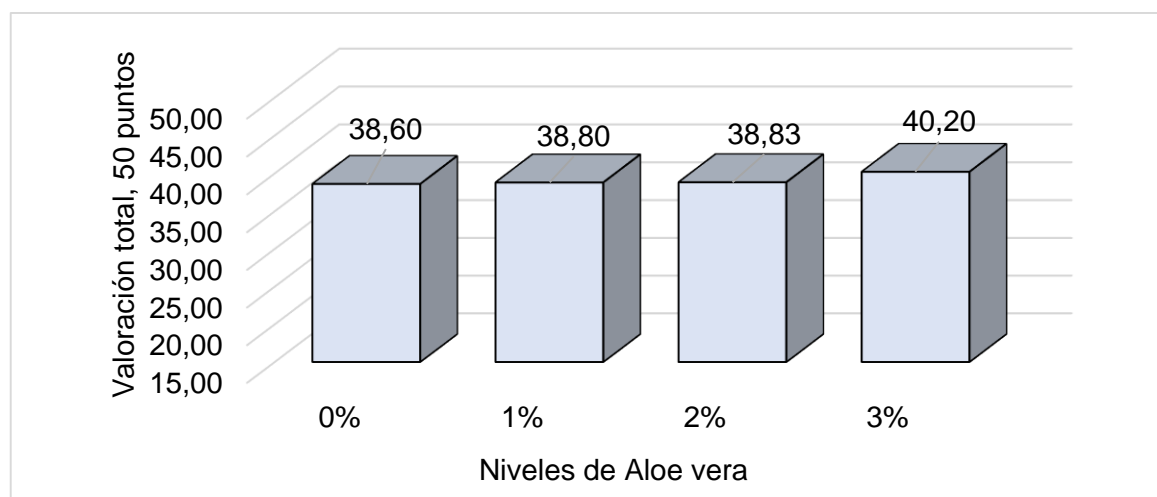


Gráfico 14. Valoración organoléptica total (puntos) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.

## D. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se reporta en el Cuadro 13.

Cuadro 13. ANÁLISIS ECONÓMICO (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE HAMBURGUESAS CON DIFERENTES NIVELES DE ALOE VERA.

Ingrediente	Costo/kg, USD	Niveles de Aloe vera			
		0%	1%	2%	3%
Carne de cerdo	5,28	12,20	12,04	11,88	11,72
Carne de res	4,84	11,04	10,89	10,74	10,60
Gel de soya	3,00	0,54	0,54	0,54	0,54
Hielo	0,50	0,08	0,08	0,08	0,08
Sal	0,60	0,05	0,05	0,05	0,05
Tripolifosfato	10,00	0,06	0,06	0,06	0,06
Pan molido	2,00	0,44	0,44	0,44	0,44
Cebolla	3,00	0,26	0,26	0,26	0,26
Huevos	3,50	1,70	1,70	1,70	1,70
Pimienta negra	7,00	0,08	0,08	0,08	0,08
Sal nitro	8,00	0,07	0,07	0,07	0,07
Ajo fresco	4,00	0,48	0,48	0,48	0,48
Dextrina	4,00	0,18	0,18	0,18	0,18
Eritorbato de Na	7,00	0,02	0,02	0,02	0,02
Aloe vera	2,00	0,00	0,12	0,24	0,36
Mano de obra		4,00	4,00	4,00	4,00
Uso de equipos		4,00	4,00	4,00	4,00
EGRESOS TOTALES, USD		35,20	35,02	34,84	34,65
Hamburguesa producida, kg		5,69	5,78	5,76	6,00
Costo de producción, USD/kg		6,19	6,06	6,05	5,78
Precio de venta, USD/kg		7,50	7,50	7,50	7,50
INGRESOS TOTALES, USD		42,68	43,35	43,20	45,00
Beneficio/costo		1,21	1,24	1,24	1,30

### 1. Costo de producción, USD/kg

De acuerdo al análisis económico (Cuadro 13), de la producción de hamburguesas con diferentes niveles de *Aloe vera* se establece que a medida que se incrementa los niveles de Aloe vera, los costos de producción se reducen, ya que cada kg. de hamburguesa del grupo control cuesta producir 6.19 dólares, reduciéndose a 6.06 dólares con el nivel 1 %, 6.05 dólares con el 2 % y 5.78 dólares cuando se utiliza el 3 % de Aloe vera (Gráfico 15), estableciéndose un

ahorro de hasta 41 centavos de dólar por cada kg. de hamburguesa producido, a más de propiciar un alimento funcional.

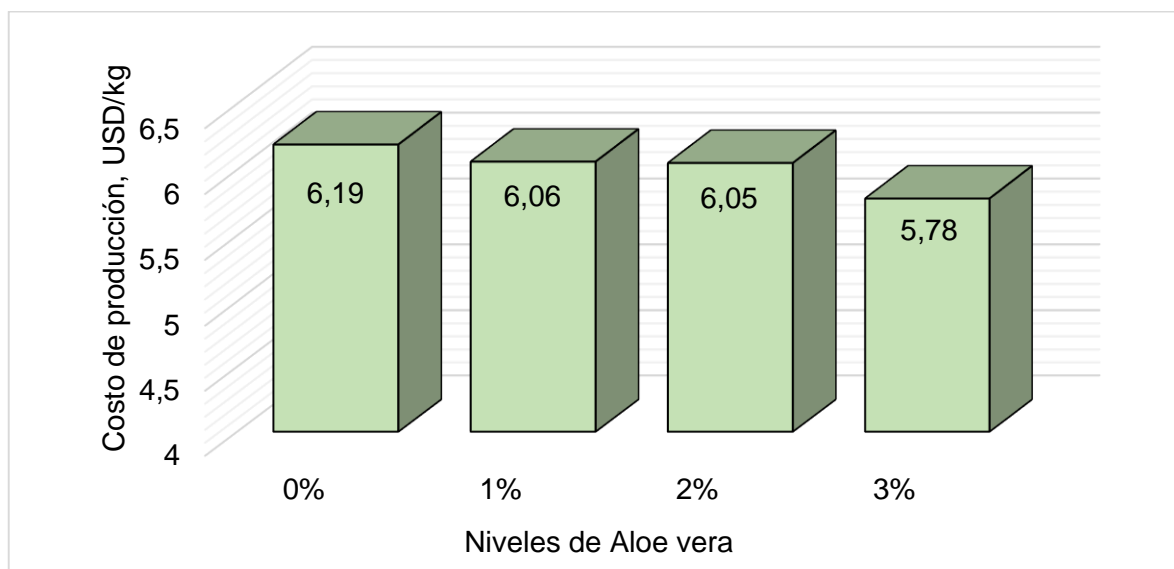


Gráfico 15. Costos de producción (Dólares/kg) de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera*.

## 2. Beneficio/costo (B/C)

La mayor rentabilidad económica en la producción de hamburguesas se estableció con el empleo de 3 % *Aloe vera*, con el cual se consiguió un beneficio/costo de 1.30 dólares que representa que por cada dólar invertido se obtiene una rentabilidad de 0.30 dólares, de igual manera con la utilización de los niveles 1 y 2 % de *Aloe vera* los B/C fueron de 1.24 en ambos casos, mientras que la menor rentabilidad se alcanzó con el tratamiento control que fue de 21 centavos por cada dólar invertido (B/C), por lo que se estable que económica es más rentable elaborar hamburguesas con la adición del 3 % *Aloe vera*, a lo que se sumaría las propiedades nutricionales del *Aloe vera*.



## V. CONCLUSIONES

1. Se elaboraron hamburguesas con la adición de diferentes de *Aloe vera* (1, 2, 3 %), en donde se evaluaron características bromatológicas, microbiológicas y organolépticas frente a un tratamiento control, obteniéndose resultados óptimos que concuerdan con lo establecido en las normas de calidad para este tipo de productos.
2. Con el empleo del 3 % de *Aloe vera*, las hamburguesas presentaron un mayor contenido de humedad (62.71 %), se redujo el contenido de proteína (21.17 %), grasa (6.77 %) y fibra (0.28 %), con respecto a la hamburguesa sin *Aloe vera*, que presento contenidos 59.44% de humedad, 22.67 % de proteína y 8.64 % de grasa, con el 1% se obtuvo 60.42 % de humedad, 22.40 % de proteína y 7.72 % de grasa, mientras que al utilizar el 2% los porcentajes fueron de 60.12% de humedad, 22.77 % de proteína y 8.34 % de grasa
3. Las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de *Aloe vera* presentaron ausencia de *Escherichia coli*, Aerobios mesófilos entre 941, 1009, 804 y 1054 UFC/g entre los diferentes tratamientos y Coliformes totales de 62, 14, 18, y 62 UFC/g, notándose que el *Aloe vera* reduce la presencia de Coliformes, pero la cantidades encontradas están dentro de los límites permitidos por las Normas INEN.
4. En la valoración organoléptica numéricamente presentaron mejor aceptación por los consumidores las hamburguesas elaboradas con 3 % de *Aloe vera*, alcanzado una puntuación total de 40.20 sobre 50 de referencia, mientras que al utilizar el 1 y 2 % fueron de 38.80 y 38.83 puntos respectivamente, en cambio las hamburguesas del tratamiento control tuvieron una calificación de 38.60 puntos.
5. Los menores costos producción (5.78 dólares/kg) y la mayor rentabilidad económica (B/C de 1.30), se alcanzó al emplear el 3 % de *Aloe vera* en la elaboración de hamburguesas

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Elaborar hamburguesas con la inclusión del 3 % de Aloe vera, por cuanto permite reducir el contenido de grasa, tiene una buena aceptación por los consumidores y se alcanzó la mayor rentabilidad económica (B/C de 1.30 dólares).
2. Replicar el presente trabajo, pero incrementando los niveles de *Aloe vera*, hasta establecer el nivel óptimo de su adicción, por cuanto numéricamente mejor aceptación tuvo con el mayor nivel evaluado (3%).
3. Continuar con el estudio del empleo del Aloe vera en la elaboración de otros productos cárnicos, ya que permite reducir el contenido de grasa y se estaría añadiendo propiedades funcionales, como acción desinfectante, antiviral, antibacterial, laxante, protección contra la radiación, antiinflamatorio e inmunoestimulador que posee esta planta.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ANZALDUA, M. 2012. Análisis sensorial de alimentos. Madrid, España. Editorial Acribia. pp 10-15.
2. ARAYA, H. Y LUTZ, M. 2003. Alimentos funcionales y saludables. Rev Chilena Nutr 2003; 30: 8-14.
3. ARREOLA, J. 2012. Determinación Organoléptica. Disponible en: <http://carnestercerparcial.blogspot.com/2012/06/determinacion-organoleptica.html>.
4. BELTRÁN, A. 2013. Pre-factibilidad del cultivo de sábila (Aloe vera L.) para exportación en la zona del cantón Milagro en la provincia del Guayas. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/5202/1/BELTRANZapataANGEL.pdf>.
5. BELTRÁN, C. 2014. Evaluación sensorial de hamburguesa, utilizando carne de soya como sustituto parcial de carne de res. Trabajo de titulación. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1600/7/cd00011-tesis.pdf>.
6. BIOTRENDIES.COM. 2017. ¿Qué carne tiene más proteínas?. Disponible en: <https://biotrendies.com/rankings/carnes/mas-proteinas>
7. BRIZ, J. Y GARCÍA, R. 2004. Análisis sensorial de productos alimentarios. Metodología y aplicación a casos prácticos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
8. BURGER, A. GRUBERT, M. Y SCHUSTER, O. 1994. Aloe vera. The renaissance of a tradicional natural drug as a dermopharmaceutical. Sofw

J 1994; 120: 527-529.

9. BUSTACARA, A. Y JOYA, F. 2007. Elaboración de tres productos cárnicos: chorizo, longaniza y hamburguesa, con 100% carne de babilla. Facultad de Zootecnia, Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6696/13992016.pdf?sequence=1>.
  
10. CABRERA, L. 2016. Utilización del aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) en la elaboración de queso de chanco para mejorar la calidad nutricional. Trabajo de Graduación Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3033>.
  
11. CAMPOS, C. GERSCHENSON, N. AND FLORES, S. 2010. Development of Edible Films and Coatings with Antimicrobial Activity. Food and Bioprocess Technology: 1-27.
  
12. CARDUZA, F. GRIGION, G. Y IRURUTA, I. 2014. Evaluación organoléptica de calidad en carne a Pedido del Consumidor. Instituto Tecnología de Alimentos. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carneysubproductos/65\\_-\\_evaluacion\\_organoleptica.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carneysubproductos/65_-_evaluacion_organoleptica.pdf).
  
13. CASTRO, R. 2004. Determinación de los sitios óptimos para establecimiento de Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) en las comunidades agrícolas de la IV región con fines reproductivos y de recuperación de suelos. Proyecto CORFO 2004.
  
14. CRUZ, I. 2012. Alimentos funcionales. Disponible en: <https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/alimentos-funcionales/>.
  
15. CRUZ, M. 2007. Preparación y evaluación de la calidad de ablandadores de carne a partir de hojas de zabila (*Aloe vera*). Proyecto CLACE CGPI:

2007088. Disponible en:  
[http://sappi.ipn.mx/cgpi/archivos\\_anexo/20070885\\_4573.pdf](http://sappi.ipn.mx/cgpi/archivos_anexo/20070885_4573.pdf).

16. DIAZ, L. 2013. Historia de la hamburguesa. Disponible en:  
<http://www.taringa.net/posts/recetas-y-cocina/2134254/La-Historia-de-la-hamburguesa.html>.

17. ECUADOR, AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO (AGROCALIDAD). 2016. Reporte de resultados bromatológicos. Laboratorio de Bromatología y Microbiología. Quito, Ecuador.

18. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. 2017. Anuarios meteorológicos. Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba.

19. ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (INEN, 2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338:2012. Tercera revisión. Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. Requisitos. Quito, Ecuador. Disponible en:  
[http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/normas\\_2014/aco/17122014/nte-inen-1338-3r.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/normas_2014/aco/17122014/nte-inen-1338-3r.pdf).

20. ECUADOR, ELTELEGRAFO.COM.EC. 2014. La carne de res para hamburguesas puede producirse localmente. Disponible en:  
<http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/la-carne-de-res-para-hamburguesas-puede-producirse-localmente>.

21. ESHUN, K. 2016. La Hamburguesa. Disponible en: <http://www.alimentacion-sana.org/informaciones/novedades/hamburguesa.html>.

22. EDGE, J. 2005. Hamburgers and fries: an american story. Disponible en

<http://aht.seriousseats.com/archives/2005/07/hamburger-fries.html>.

23. FEMENIA, A. GARCÍA, P. SIMAL, S. & ROSSELLÓ, C. 2003. Effects of heat treatment and dehydration on bioactive polysaccharide acemannan and cell wall polymers from *Aloe barbadensis* Miller. *Carbohydrate Polymers*, 51(4), 397-405.
  
24. FONSECA, M. 2017. Procesamiento de carnes. Industria cárnica. Universidad Manuela Beltrán. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://tecnicoumb.blogspot.com/2017/>.
  
25. FORREST, J. 1995. Fundamentos de la ciencia de la carne. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 151 p.
  
26. GARCÍA, G. Y SANZ, B. 1986. Las Hamburguesas en la Alimentación. Publicaciones: Serie Divulgación, Nº 8. Madrid. pp 23. Disponible en: <http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/1522007011.pdf>
  
27. GAMPEL, R. 2006 Aloe vera, guía de orientación sobre las propiedades terapéuticas del jugo de aloe vera (*barbadensis miller*) y sus aplicaciones, euro éxito aloes.
  
28. GONZÁLEZ, A. FERNÁNDEZ, N. SAHAGÚN, A. GARCÍA, J. DÍEZ, M. CALLE, A. CASTRO. L. SIERRA, M. 2004. Glucomanano: propiedades y aplicaciones terapéuticas. *Nutr Hospitalaria*; 19: 45-50.
  
29. GOTTAU, G. 2015. El contenido de proteínas y grasas de diferentes carnes. Disponible en: <https://www.vitonica.com/proteinas/el-contenido-de-proteinas-y-grasas-de-diferentes-carnes>.
  
30. INTEREMPRESAS.NET. 2016. Grasas avanzadas para crear embutidos más saludables. Disponible en: <http://www.interempresas.net/Industria-Carnica/Articulos/159466-Grasas-avanzadas-para-crear-embutidos-mas-saludables.html>

31. MARTÍNEZ, D. ALBURQUERQUE, N. VALVERDE, J. GUILLÉN, F. CASTILLO, S. VALERO, D. SERRANO, M. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe Vera treatment: a new edible coating. En: Postharvest Biology and Technology. Vol.39, pp.93-100.
  
32. MARTÍNEZ, M. BETANCOURT, J. ALONSO, N. 1996. Ausencia de actividad antimicrobiana de un extracto acuoso liofilizado de Aloe vera (Sábila). Rev Cubana Plantas Medic. 1: 18-20.
  
33. MORALES, M. 2012. Aloe vera - La planta de las mil caras. Disponible en: <http://aloeycalidaddevida.com/propiedades-del-aloe-vera-puro-para-uso-interno/>.
  
34. NI, Y. TURNER, D. YATES, K. TIZARD, I. 2004. Isolation and characterization of structural components of Aloe Vera L. leaf pulp. En: International Immunopharmacology. Vol.4, pp.1745-1755.
  
35. OLMO, J. 2015. Sector cárnico. Disponible en: <http://julian.olmo.en.eresmas.net/paginaspri/pc.htm>.
  
36. OROZCO, H. 2013. Formulación, elaboración y control de calidad de hamburguesa con carne de res y cerdo deshidratada y determinación de las instrucciones para su rehidratación y uso. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3086/1/56T00423.pdf>.
  
37. PAZMIÑO, J. 2004. Aloe vera, la planta de propiedades milagrosa, (Guía práctica sobre los usos terapéuticos y principios activos del aloe vera) Edit. Obelisco.
  
38. PINARGOTE, L. 2009. Proyecto de inversión para el cultivo de aloe vera, su

producción en gel y polvo como subproductos y su comercialización como materia prima. Tesis de Grado. Facultad de Economía y Negocios, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7275/1/D-39191.pdf>

39. PRICE, J. 2011. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Zaragoza, España. Editorial Acribia. p. 388
  
40. PULLA, P. 2010. Embutidos crudos y cocidos. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado, Perú. Disponible en: <https://todosobrealimento.blogspot.com/2014/11/embutidos-crudos-y-cocidos.html>.
  
41. PURTÍ, I. 2003 Aloe vera, virtudes y cualidades de una planta milagrosa, ediciones obelisco.
  
42. RAMÍREZ, J. 2011. Evaluación sensorial de productos cárnicos frescos con recubrimientos comestibles antimicrobianos. Universidad Pública de Navarra, España. Disponible en: <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/6963/577691.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
  
43. REYNOLDS, A. 2017. Aloe Vera o Sábila "La Planta Milagrosa". Disponible en: <http://aloecanarias.com>.
  
44. RIVERO, R. RODRÍGUEZ, E, MENÉNDEZ, R. FERNÁNDEZ, J. DEL BARRIO, G. GONZÁLEZ, M. 2002. Obtención y caracterización preliminar un extracto de Aloe vera L. con actividad antiviral. Rev Cubana Plantas Medic; 7: 32-38
  
45. RODRÍGUEZ, E. MARTÍN, J. & ROMERO, C. 2010. Aloe vera as a Functional Ingredient in Foods. Critical Reviews in Food Science and



Nutrition, 50(4), 305-326.

46. ROMAN, R. 2000 Aloe vera, la planta maravillosa que sana y embellece tu cuerpo, Edit. Oceano.
47. SEDÓ, P. 2001. Alimentos Funcionales: Análisis generales acerca de las características químico-nutricionales, desarrollo industrial y legislación alimentaria. Rev Costarricense Salud Pública; 10: 18-19.
48. SERRANO, A. 2005. Aloe vera: ¿Respalda la evidencia científica las cualidades que le atribuye la medicina natural? Metas de Enfermería; 8: 21-22.
49. SERRANO, M. VALVERDE, J. GUILLÉN, F. CASTILLO, S. MARTÍNEZ, D. VALERO, D. 2006. Use of aloe vera gel coating preserves the functional properties of table grapes. En: Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol.54, pp.3882-3886.
50. VALDIVIEZO, V. 2010. Estudio del efecto de diferentes niveles de carragenato en la jugosidad de la hamburguesa de carne de res. Tesis de grado. Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1683/1/84T00048.pdf>.
51. VÁSQUEZ, P. 2011. Tecnología de Cárnicos. Agroindustria II. Ingeniería Agropecuaria. Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco UCATSE. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/268854066/Tecnologia-de-Productos-Carnicos>.
52. VEGA, A. NEVENKA, A. DIAZ, L. & LEMUS, R. 2005. El Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) como componente de alimentos funcionales. Rev. Chil. Nutr. V. 32 N.3 Santiago, Dic. 2005. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-)

75182005000300005.

53. VENEZUELA, COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN. 1998. Norma Venezolana COVENIN 2127:1998 (1ra Revisión) Hamburguesa. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2127-98.pdf>.
54. ZHOU, G. XU, X. Y LIU, Y. 2010. Preservation technologies for fresh meat - A review. Meat Science 86(1): 119-128.

**ANEXOS**

Anexo 2. Resumen de los resultados experimentales del análisis nutricional de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.

Aloe vera (%)	Repet.	Humedad (%)	M. Seca (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	Fibra (%)
0	1	59,34	40,66	23,74	9,19	3,36	0,30
0	2	59,58	40,42	21,62	8,09	3,30	0,37
0	3	59,40	40,60	22,66	8,63	3,33	0,33
1	1	60,52	39,48	23,01	7,77	3,29	0,27
1	2	60,36	39,64	21,80	7,67	3,35	0,24
1	3	60,38	39,62	22,38	7,71	3,32	0,25
2	1	59,90	40,10	23,04	9,14	3,21	0,29
2	2	60,45	39,55	22,51	7,55	3,23	0,27
2	3	60,12	39,88	22,75	8,34	3,22	0,28
3	1	62,33	37,67	21,05	7,55	3,12	0,25
3	2	63,13	36,87	21,30	6,00	3,19	0,32
3	3	62,67	37,33	21,15	6,77	3,15	0,28
Promedio		60,68	39,32	22,25	7,87	3,26	0,29
Des. Est.		1,30	1,30	0,86	0,91	0,08	0,04
C.V., %		2,14	3,30	3,85	11,62	2,46	13,11

Anexo 3. Análisis del contenido de humedad (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Aloe vera	Nº obs.	Media	D. Estándar	E. estándar	Mínimo	Máximo
0 %	3	59.4400	0.12490	0.07211	59.34	59.58
1 %	3	60.4200	0.08718	0.05033	60.36	60.52
2 %	3	60.1567	0.27683	0.15983	59.90	60.45
3 %	3	62.7100	0.40150	0.23180	62.33	63.13
Total	12	60.6817	1.29762	0.37459	59.34	63.13

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	18,000	3	6,000	91,942	0,000 **
Error	0,522	8	0,065		
Total	18,522	11			

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

CV = 0.42 %

C. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY

Aloe vera	N	Grupos homogéneos		
		1	2	3
0 %	3	59.4400		
2 %	3		60.1567	
1 %	3		60.4200	
3 %	3			62.7100

D. ESTIMACIÓN CURVILÍNEA

Lineal

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,859	0,738	0,712	0,697

ANOVA

FV	SC	gl	CM	Fcal	Prob
Regresión	13,671	1	13,671	28,181	0,000
Residual	4,851	10	,485		
Total	18,522	11			

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		T	Sig.
	B	Error típico	Beta			
Aloe vera	0,955	0,180	0,859		5,309	0,000
(Constante)	59,250	0,336			176,107	0,000

Cuadrático

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,916	0,838	0,802	0,577

#### ANOVA

FV	SC	gl	CM	Fcal	Prob
Regresión	15,527	2	7,764	23,333	0,000
Residual	2,995	9	0,333		
Total	18,522	11			

#### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		T	Sig.
	B	Error típico	Beta			
Aloe vera	0-,225	0,521	-0,203		-0,432	0,676
Aloe vera ** 2	0,393	0,167	1,108		2,362	0,042
(Constante)	59,643	0,325			183,743	0,000

#### Cúbico

#### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,986	0,972	0,961	0,255

#### ANOVA

FV	SC	gl	CM	Fcal	Prob
Regresión	18,000	3	6,000	91,942	0,000
Residual	0,522	8	0,065		
Total	18,522	11			

#### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
	B	Error típico	Beta			
Aloe vera	2,955	,566	2,659		5,222	,001
Aloe vera ** 2	-2,652	,500	-7,470		-5,302	,001
Aloe vera ** 3	,677	,110	5,904		6,155	,000
(Constante)	59,440	,147			403,015	,000

Anexo 4. Análisis del contenido de materia seca (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Aloe vera	Nº obs.	Media	D. Estándar	E. estándar	Mínimo	Máximo
0 %	3	40.5600	0.12490	0.07211	40.42	40.66
1 %	3	39.5800	0.08718	0.05033	39.48	39.64
2 %	3	39.8433	0.27683	0.15983	39.55	40.10
3 %	3	37.2900	0.40150	0.23180	36.87	37.67
Total	12	39.3183	1.29762	0.37459	36.87	40.66

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	18,000	3	6,000	91,942	0,000 **
Error	0,522	8	0,065		
Total	18,522	11			

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

CV = 0.65 %

C. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY

Aloe vera	N	Grupos homogéneos		
		1	2	3
3 %	3	37.2900		
1 %	3		39.5800	
2 %	3		39.8433	
0 %	3			40.5600

D. ESTIMACIÓN CURVILÍNEA

Lineal

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,859	0,738	0,712	0,697

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	13,671	1	13,671	28,181	0,000
Residual	4,851	10	0,485		
Total	18,522	11			

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		T	Sig.
	B	Error típico	Beta			
Aloe vera	-0,955	0,180	-0,859		-5,309	0,000
(Constante)	40,750	0,336			121,121	0,000

## Cuadrático

## Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,916	0,838	0,802	0,577

## ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	15,527	2	7,764	23,333	0,000
Residual	2,995	9	0,333		
Total	18,522	11			

## Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	T	
Aloe vera	0,225	0,521	0,203	0,432	0,676
Aloe vera ** 2	-0,393	0,167	-1,108	-2,362	0,042
(Constante)	40,357	0,325		124,328	0,000

## Cúbico

## Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,986	0,972	0,961	0,255

## ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	18,000	3	6,000	91,942	0,000
Residual	0,522	8	0,065		
Total	18,522	11			

## Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	T	
Aloe vera	-2,955	0,566	-2,659	-5,222	0,001
Aloe vera ** 2	2,652	0,500	7,470	5,302	0,001
Aloe vera ** 3	-0,677	0,110	-5,904	-6,155	0,000
(Constante)	40,560	0,147		275,005	0,000



Anexo 5. Análisis del contenido de proteína (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Aloe vera	Nº obs.	Media	D. Estándar	E. estándar	Mínimo	Máximo
0 %	3	22.6733	1.06006	0.61203	21.62	23.74
1 %	3	22.3967	0.60517	0.34940	21.80	23.01
2 %	3	22.7667	0.26539	0.15322	22.51	23.04
3 %	3	21.1667	0.12583	0.07265	21.05	21.30
Total	12	22.2508	0.85686	0.24735	21.05	23.74

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	4,924	3	1,641	4,165	0,047 *
Error	3,152	8	0,394		
Total	8,076	11			

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas.

CV = 2.82 %

C. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY

Aloe vera	N	Grupos homogéneos	
		2	1
3 %	3	21.1667	
1 %	3		22.3967
0 %	3		22.6733
2 %	3		22.7667

D. ESTIMACIÓN CURVILÍNEA

Lineal

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,566	0,320	0,252	0,741

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	2,583	1	2,583	4,703	0,055
Residual	5,493	10	0,549		
Total	8,076	11			

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	T	
Aloe vera	-0,415	0,191	-0,566	-2,169	0,055
(Constante)	22,873	0,358		63,891	0,000

## Cuadrático

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,695	0,482	0,367	0,681

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	3,897	2	1,948	4,196	0,052
Residual	4,180	9	0,464		
Total	8,076	11			

### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	T	
Aloe vera	0,578	0,616	0,787	0,938	0,373
Aloe vera ** 2	-0,331	0,197	-1,411	-1,682	0,127
(Constante)	22,542	0,383		58,784	0,000

## Cúbico

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,781	0,610	0,463	0,628

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	4,924	3	1,641	4,165	0,047
Residual	3,152	8	0,394		
Total	8,076	11			

### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	T	
Aloe vera	-1,472	1,391	-2,006	-1,059	0,321
Aloe vera ** 2	1,632	1,229	6,961	1,328	0,221
Aloe vera ** 3	-0,436	0,270	-5,762	-1,614	0,145
(Constante)	22,673	0,362		62,560	0,000

Anexo 6. Análisis del contenido de grasa (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Aloe vera	Nº obs.	Media	D. Estándar	E. estándar	Mínimo	Máximo
0 %	3	8.6367	0.55003	0.31756	8.09	9.19
1 %	3	7.7167	0.05033	0.02906	7.67	7.77
2 %	3	8.3433	0.79501	0.45900	7.55	9.14
3 %	3	6.7733	0.77501	0.44745	6.00	7.55
Total	12	7.8675	0.91400	0.26385	6.00	9.19

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	6,114	3	2,038	5,301	0,026 *
Error	3,075	8	0,384		
Total	9,189	11			

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas.

CV = 7.88 %

C. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY

Aloe vera	N	Grupos homogéneos	
		1	2
3 %	3	6.7733	
1 %	3	7.7167	7.7167
2 %	3	8.3433	8.3433
0 %	3		8.6367

D. ESTIMACIÓN CURVILÍNEA

Lineal

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,634	0,402	0,342	0,741

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	3,695	1	3,695	6,726	0,027
Residual	5,494	10	0,549		
Total	9,189	11			

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	-0,496	0,191	-0,634	-2,593	0,027
(Constante)	8,612	0,358		24,053	0,000

## Cuadrático

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,661	0,437	0,311	0,758

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	4,012	2	2,006	3,487	0,076
Residual	5,177	9	0,575		
Total	9,189	11			

### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	-0,009	0,685	-0,011	-0,013	0,990
Aloe vera ** 2	-0,162	0,219	-0,650	-0,742	0,477
(Constante)	8,450	0,427		19,797	0,000

## Cúbico

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,816	0,665	0,540	0,620

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	6,114	3	2,038	5,301	0,026
Residual	3,075	8	0,384		
Total	9,189	11			

### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	-2,941	1,374	-3,758	-2,141	0,065
Aloe vera ** 2	2,645	1,214	10,579	2,179	0,061
Aloe vera ** 3	-0,624	0,267	-7,728	-2,338	0,048
(Constante)	8,637	0,358		24,127	0,000

Anexo 7. Análisis del contenido de cenizas (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Aloe vera	Nº obs.	Media	D. Estándar	E. estándar	Mínimo	Máximo
0 %	3	3.3300	0.03000	0.01732	3.30	3.36
1 %	3	3.3200	0.03000	0.01732	3.29	3.35
2 %	3	3.2200	0.01000	0.00577	3.21	3.23
3 %	3	3.1533	0.03512	0.02028	3.12	3.19
Total	12	3.2558	0.08005	0.02311	3.12	3.36

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,064	3	0,021	27,330	0,000 **
Error	0,006	8	0,001		
Total	0,070	11			

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

CV = 0.97 %

C. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY

Aloe vera	N	Grupos homogéneos	
		1	2
3 %	3	3.1533	
2 %	3	3.2200	
1 %	3		3.3200
0 %	3		3.3300

D. ESTIMACIÓN CURVILÍNEA

Lineal

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,919	0,845	0,829	0,033

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0,060	1	0,060	54,337	0,000
Residual	0,011	10	0,001		
Total	0,070	11			

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	-0,063	0,009	-0,919	-7,371	0,000
(Constante)	3,350	0,016		209,537	0,000

## Cuadrático

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,937	0,879	0,852	0,031

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0,062	2	0,031	32,608	0,000
Residual	0,009	9	0,001		
Total	0,070	11			

### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	-0,021	0,028	-0,299	-0,736	0,480
Aloe vera ** 2	-0,014	0,009	-0,647	-1,592	0,146
(Constante)	3,336	0,017		192,365	0,000

## Cúbico

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,955	0,911	0,878	0,028

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0,064	3	0,021	27,330	0,000
Residual	0,006	8	0,001		
Total	0,070	11			

### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	0,076	0,062	1,110	1,228	0,254
Aloe vera ** 2	-0,107	0,055	-4,871	-1,947	0,087
Aloe vera ** 3	0,021	0,012	2,907	1,707	0,126
(Constante)	3,330	0,016		206,078	0,000

Anexo 8. Análisis del contenido de fibra (%), de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.

A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Aloe vera	Nº obs.	Media	D. Estándar	E. estándar	Mínimo	Máximo
0 %	3	0.3333	0.03512	0.02028	0.30	0.37
1 %	3	0.2533	0.01528	0.00882	0.24	0.27
2 %	3	0.2800	0.01000	0.00577	0.27	0.29
3 %	3	0.2833	0.03512	0.02028	0.25	0.32
Total	12	0.2875	0.03769	0.01088	0.24	0.37

B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,010	3	0,003	4,774	0,034 *
Error	0,006	8	0,001		
Total	0,016	11			

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas.

CV = 11.00 %

C. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY

Aloe vera	N	Grupos homogéneos	
		1	2
1 %	3	0.2533	
2 %	3	0.2800	0.2800
3 %	3	0.2833	0.2833
0 %	3		0.3333

D. ESTIMACIÓN CURVILÍNEA

Lineal

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,382	0,146	0,061	0,037

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0,002	1	0,002	1,710	0,220
Residual	0,013	10	0,001		
Total	0,016	11			

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	-0,012	0,009	-0,382	-1,308	0,220
(Constante)	0,306	0,018		17,342	0,000

## Cuadrático

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,692	0,479	0,364	0,030

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0,007	2	0,004	4,143	0,053
Residual	0,008	9	0,001		
Total	0,016	11			

### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	-0,075	0,027	-2,319	-2,754	0,022
Aloe vera ** 2	0,021	0,009	2,021	2,400	0,040
(Constante)	0,327	0,017		19,318	0,000

## Cúbico

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,801	0,642	0,507	0,026

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0,010	3	0,003	4,774	0,034
Residual	0,006	8	0,001		
Total	0,016	11			

### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	-0,177	0,059	-5,474	-3,014	0,017
Aloe vera ** 2	0,118	0,052	11,478	2,284	0,052
Aloe vera ** 3	-0,022	0,011	-6,509	-1,903	0,094
(Constante)	0,333	0,015		21,822	0,000



Anexo 9. Resultados experimentales del análisis nutricional de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.

		Datos observados			Ajustados con Ln	
Aloe vera	Repet.	Aerob. mesófilos (UFC/g)	E. Coli (UFC/g)	Coli. totales (UFC/g)	Aerob. mesófilos (UFC/g)	Coli. totales (UFC/g)
(%)						
0	1	800	Ausencia	75	6,68	4,32
0	2	1100	Ausencia	50	7,00	3,91
0	3	950	Ausencia	65	6,86	4,17
1	1	850	Ausencia	17	6,75	2,83
1	2	1200	Ausencia	15	7,09	2,71
1	3	1000	Ausencia	11	6,91	2,40
2	1	650	Ausencia	20	6,48	3,00
2	2	1000	Ausencia	10	6,91	2,30
2	3	800	Ausencia	30	6,68	3,40
3	1	1300	Ausencia	42	7,17	3,74
3	2	850	Ausencia	24	6,75	3,18
3	3	1050	Ausencia	23	6,96	3,14
Promedio		962,50		31,83	6,85	3,26
Des. Est.		184,79		21,52	0,19	0,67

Anexo 10. Análisis de la presencia de Aerobios mesófilos (UFC/g), en las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera (Valores ajustados por medio de Ln).

**A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS**

Aloe vera	Nº obs.	Media	D. Estándar	E. estándar	Mínimo	Máximo
0 %	3	6.8467	0.16042	0.09262	6.68	7.00
1 %	3	6.9167	0.17010	0.09821	6.75	7.09
2 %	3	6.6900	0.21517	0.12423	6.48	6.91
3 %	3	6.9600	0.21000	0.12124	6.75	7.17
Total	12	6.8533	0.19458	0.05617	6.48	7.17

**B. ANÁLISIS DE VARIANZA**

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	0,126	3	0,042	1,161	0,383 ns
Error	0,290	8	0,036		
Total	0,416	11			

Prob. > 0.01: No existen diferencias estadísticas.

CV = 2.77 %

**C. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY**

Aloe vera	N	Grupo homogéneo	
		Valor ajustado	Valor transformado
2 %	3	6.6900	804,32
0 %	3	6.8467	940,77
1 %	3	6.9167	1008,98
3 %	3	6.9600	1053,63

Anexo 11. Análisis de la presencia de Coliformes totales (UFC/g), en las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera (Valores ajustados por medio de Ln).

#### A. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Aloe vera	Nº obs.	Media	D. Estándar	E. estándar	Mínimo	Máximo
0 %	3	4.1333	0.20744	0.11977	3.91	4.32
1 %	3	2.6467	0.22189	0.12811	2.40	2.83
2 %	3	2.9000	0.55678	0.32146	2.30	3.40
3 %	3	3.3533	0.33546	0.19368	3.14	3.74
Total	12	3.2583	0.66477	0.19190	2.30	4.32

#### B. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Tratamientos	3,832	3	1,277	9,924	0,005 **
Error	1,030	8	0,129		
Total	4,861	11			

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

CV = 11.02 %

#### C. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUCKEY

Aloe vera	N	Grupos homogéneos Valores ajustados		Grupos homogéneos Valores transformados	
		1	2	1	2
1 %	3	2.6467		14,11	
2 %	3	2.9000		18,17	
3 %	3	3.3533	3.3533	28,60	28,60
0 %	3		4.1333		62,38

#### D. ESTIMACIÓN CURVILÍNEA

Lineal

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico
0,367	0,134	0,048	0,649

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0,653	1	0,653	1,552	0,241
Residual	4,208	10	0,421		
Total	4,861	11			

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	-0,209	0,167	-0,367	-1,246	0,241
(Constante)	3,780	0,459		8,241	0,000

## Cuadrático

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,846	0,715	0,652	0,392

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	3,476	2	1,738	11,291	0,004
Residual	1,385	9	0,154		
Total	4,861	11			

### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	-2,634	0,575	-4,626	-4,578	0,001
Aloe vera ** 2	0,485	0,113	4,327	4,282	0,002
(Constante)	6,205	0,631		9,840	0,000

## Cúbico

### Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,888	0,788	0,709	0,359

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	3,832	3	1,277	9,924	0,005
Residual	1,030	8	0,129		
Total	4,861	11			

### Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error típico	Beta	t	
Aloe vera	-6,920	2,631	-12,156	-2,630	0,030
Aloe vera ** 2	2,410	1,162	21,503	2,073	0,072
Aloe vera ** 3	-0,257	0,154	-9,857	-1,663	0,135
(Constante)	8,900	1,720		5,173	0,001

Anexo 12. Resultados experimentales del análisis organoléptico de las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de Aloe vera.

Sobre 10 puntos							
Aloe vera %	Repet	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Total
0	1	7,20	8,20	7,80	7,50	7,90	38,60
0	2	8,40	8,40	7,60	7,70	8,30	40,40
0	3	7,30	7,20	7,10	7,70	7,50	36,80
1	1	7,30	7,70	7,70	7,40	7,90	38,00
1	2	8,20	7,70	7,70	8,40	8,20	40,20
1	3	7,90	7,60	7,30	7,70	7,70	38,20
2	1	7,80	7,60	7,80	7,90	8,10	39,20
2	2	8,10	7,80	8,40	8,20	8,30	40,80
2	3	7,30	7,60	7,50	7,10	7,00	36,50
3	1	7,50	8,10	8,20	7,30	8,20	39,30
3	2	7,80	8,00	8,30	8,40	8,20	40,70
3	3	7,80	8,30	8,20	8,10	8,21	40,61

Anexo 13. Análisis estadístico de la valoración organoléptica del color de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.

Tratam. = 4  
 Repetic. = 3  
 Bloques = 4  
 k = 3

Boque	Aloe vera				Total
	0,0%	1,0%	2,0%	3,0%	
1	7,2		7,8	7,5	22,5
2		7,3	8,1	7,8	23,2
3	8,4	8,2	7,3		23,9
4	7,3	7,9		7,8	23,0
Total	22,9	23,4	23,2	23,1	92,6

Promedio 7,63 7,80 7,73 7,70

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria
Bt1	22,50		23,90	23,00	69,40
Bt2		23,20	23,90	23,00	70,10
Bt3	22,50	23,20	23,90		69,60
Bt4	22,50	23,20		23,00	68,70

Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante (3 muestras)				Q <sup>2</sup>
Q1	3	22,9	69,4	Q1 = -0,7	0,49
Q2	3	23,4	70,1	Q2 = 0,1	0,01
Q3	3	23,2	69,6	Q3 = 0	0
Q4	3	23,1	68,7	Q4 = 0,6	0,36

La suma de Q debe ser igual a cero 0,00

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

Ex = 92,60  
 N = 12,00

m = 7,72

t' 1 = 7,54  
 t' 2 = 8,97  
 t' 3 = 0  
 t' 4 = 7,93

Continuación Anexo 13

Calculo del factor de corrección (C )

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 714,56$$

Calculo del análisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = \frac{(t * r) - t - b + 1}{1}$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 0,34$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 0,04$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 1,74$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	0,34	0,112	
Tratamientos (ajustados)	3	0,04	0,012	0,044
Error intrabloques	5	1,36	0,273	
Total	11	1,74		

F&: tet F (razón entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 5,41$$

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 14. Análisis estadístico de la valoración organoléptica del olor de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.

Tratam. = 4  
 Repetic. = 3  
 Bloques = 4  
 k = 3

Boque	Aloe vera				Total
	0,0%	1,0%	2,0%	3,0%	
1	8,2		7,6	8,1	23,9
2		7,7	7,8	8,0	23,5
3	8,4	7,7	7,6		23,7
4	7,2	7,6		8,3	23,1
Total	23,8	23,0	23,0	24,4	94,2

Promedio 7,93 7,67 7,67 8,13

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

					Sumatoria
Bt1	23,90		23,70	23,10	70,70
Bt2		23,50	23,70	23,10	70,30
Bt3	23,90	23,50	23,70		71,10
Bt4	23,90	23,50		23,10	70,50

Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante (3 muestras)				Q <sup>2</sup>
Q1	3	23,8	70,7	Q1 = 0,7	0,49
Q2	3	23,0	70,3	Q2 = -1,3	1,69
Q3	3	23,0	71,1	Q3 = -2,1	4,41
Q4	3	24,4	70,5	Q4 = 2,7	7,29

La suma de Q debe ser igual a cero 0,00

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

Ex = 94,20

N = 12,00

m = 7,85

t' 1 = 8,03

t' 2 = 7,75

t' 3 = 7,79

t' 4 = 7,90



Continuación Anexo 14

Calculo del factor de corrección (C )

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 739,47$$

Calculo del análisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = \frac{(t * r) - t - b + 1}{[(t * r) - 1]}$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 0,12$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 0,58$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 1,37$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	0,12	0,039	
Tratamientos (ajustados)	3	0,58	0,193	1,428
Error intrabloques	5	0,67	0,135	
Total	11	1,37		

F&: tet F (razón entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 5,41$$

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 15. Análisis estadístico de la valoración organoléptica del sabor de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.

Tratam. = 4  
 Repetic. = 3  
 Bloques = 4  
 k = 3

Boque	Aloe vera				Total
	0,0%	1,0%	2,0%	3,0%	
1	7,8		7,8	8,2	23,8
2		7,7	8,4	8,3	24,4
3	7,6	7,7	7,5		22,8
4	7,1	7,3		8,2	22,6
Total	22,5	22,7	23,7	24,7	93,6

Promedio 7,50 7,57 7,90 8,23

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

				Sumatoria
Bt1	23,80		22,80 22,60	69,20
Bt2		24,40	22,80 22,60	69,80
Bt3	23,80	24,40	22,80	71,00
Bt4	23,80	24,40	22,60	70,80

Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante (3 muestras)			Q²	
Q1	3	22,5	69,2	Q1 = -1,7	2,89
Q2	3	22,7	69,8	Q2 = -1,7	2,89
Q3	3	23,7	71,0	Q3 = 0,1	0,01
Q4	3	24,7	70,8	Q4 = 3,3	10,89

La suma de Q debe ser igual a cero 0,00

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

Ex = 93,60  
 N = 12,00

m = 7,80

t' 1 = 7,73  
 t' 2 = 7,73  
 t' 3 = 9,05  
 t' 4 = 7,84

Continuación Anexo 15

Calculo del factor de corrección (C )

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 730,08$$

Calculo del análisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = \frac{(t * r) - t - b + 1}{1}$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 0,72$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 0,69$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 1,82$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	0,72	0,240	
Tratamientos (ajustados)	3	0,69	0,232	2,860
Error intrabloques	5	0,41	0,081	
Total	11	1,82		

F&: tet F (razón entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 5,41$$

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 16. Análisis estadístico de la valoración organoléptica de la textura de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.

Tratam. = 4  
 Repetic. = 3  
 Bloques = 4  
 k = 3

Boque	Aloe vera				Total
	0,0%	1,0%	2,0%	3,0%	
1	7,5		7,9	7,3	22,7
2		7,4	8,2	8,4	24,0
3	7,7	8,4	7,1		23,2
4	7,7	7,7		8,1	23,5
Total	22,9	23,5	23,2	23,8	93,4

Promedio 7,63 7,83 7,73 7,93

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

	Sumatoria			
Bt1	22,70		23,20	23,50
Bt2		24,00	23,20	23,50
Bt3	22,70	24,00	23,20	
Bt4	22,70	24,00		23,50

Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante (3 muestras)		Q <sup>2</sup>	
Q1	3	22,9	69,4	Q1 = -0,7
Q2	3	23,5	70,7	Q2 = -0,2
Q3	3	23,2	69,9	Q3 = -0,3
Q4	3	23,8	70,2	Q4 = 1,2

La suma de Q debe ser igual a cero 0,00

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

Ex = 93,40  
 N = 12,00

m = 7,78

t' 1 = 7,60  
 t' 2 = 7,16  
 t' 3 = 7,37  
 t' 4 = 7,89

Continuación Anexo 16

Calculo del factor de corrección (C )

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 726,96$$

Calculo del análisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = \frac{(t * r) - t - b + 1}{[(t * r) - 1]}$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 0,30$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 0,09$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 2,00$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	0,30	0,099	
Tratamientos (ajustados)	3	0,09	0,029	0,089
Error intrabloques	5	1,61	0,323	
Total	11	2,00		

F&: tet F (razón entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 5,41$$

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 17. Análisis estadístico de la valoración organoléptica de la apariencia de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.

Tratam. = 4  
 Repetic. = 3  
 Bloques = 4  
 k = 3

Boque	Aloe vera				Total
	0,0%	1,0%	2,0%	3,0%	
1	7,9		8,1	8,2	24,2
2		7,9	8,3	8,2	24,4
3	8,3	8,2	7,0		23,5
4	7,5	7,7		8,2	23,4
Total	23,7	23,8	23,4	24,6	95,51

Promedio 7,90 7,93 7,80 8,20

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

	Sumatoria			
Bt1	24,20		23,50	23,41
Bt2		24,40	23,50	23,41
Bt3	24,20	24,40	23,50	
Bt4	24,20	24,40		23,41

Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante (3 muestras)			Q²	
Q1	3	23,7	71,1	Q1 = -0,01	1E-04
Q2	3	23,8	71,3	Q2 = 0,09	0,0081
Q3	3	23,4	72,1	Q3 = -1,9	3,61
Q4	3	24,6	72,0	Q4 = 1,82	3,3124

La suma de Q debe ser igual a cero 0,00

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

Ex = 95,51  
 N = 12,00

m = 7,96

t' 1 = -4,54  
 t' 2 = 9,35  
 t' 3 = 7,89  
 t' 4 = 8,03

Continuación Anexo 17

Calculo del factor de corrección (C )

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 760,18$$

Calculo del análisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = \frac{(t * r) - t - b + 1}{1}$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 0,25$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 0,29$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 1,69$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	0,25	0,082	
Tratamientos (ajustados)	3	0,29	0,096	0,415
Error intrabloques	5	1,16	0,232	
Total	11	1,69		

F&: tet F (razón entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 5,41$$

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas

Anexo 18. Análisis estadístico de la valoración organoléptica de la valoración total de las hamburguesas por efecto del empleo de diferentes niveles de Aloe vera.

Tratam. = 4  
 Repetic. = 3  
 Bloques = 4  
 k = 3

Boque	Aloe vera				Total
	0,0%	1,0%	2,0%	3,0%	
1	38,6		39,2	39,3	117,1
2		38,0	40,8	40,7	119,5
3	40,4	40,2	36,5		117,1
4	36,8	38,2		40,6	115,6
Total	115,8	116,4	116,5	120,6	469,31

Promedio 38,60 38,80 38,83 40,20

Para Bt se suman las cantidades de los bloques de donde aparecen los tratamientos

				Sumatoria
Bt1	117,10		117,10 115,61	349,81
Bt2		119,50	117,10 115,61	352,21
Bt3	117,10	119,50	117,10	353,70
Bt4	117,10	119,50		352,21

Q = (K * Sum.tratam) - Btn	K constante (3 muestras)			Q <sup>2</sup>
Q1	3	115,8	349,8	Q1 = -2,41 5,8081
Q2	3	116,4	352,2	Q2 = -3,01 9,0601
Q3	3	116,5	353,7	Q3 = -4,2 17,64
Q4	3	120,6	352,2	Q4 = 9,62 92,5444

La suma de Q debe ser igual a cero 0,00

calculo de t' para el ajuste de los tratamientos

$$t' = m + [(t-1)/(t*r(k-1))]xQ$$

$$m = Ex / N$$

$$N = t * r$$

Ex = 469,31  
 N = 12,00

m = 39,11

t' 1 = 39,06  
 t' 2 = 39,07  
 t' 3 = 39,08  
 t' 4 = 39,12



Continuación Anexo 18

Calculo del factor de corrección (C )

$$C = (Ex)^2/N$$

$$C = 18354,32$$

Calculo del análisis de varianza

$$\text{Bloques} = (b - 1)$$

$$\text{Tratam. Ajustados} = (t - 1)$$

$$\text{Error intrablok} = \frac{(t * r) - t - b + 1}{[(t * r) - 1]}$$

Calculo de la Suma de cuadrados para bloques

$$SQB = [(\text{totales block})^2/k] - C$$

$$SQB = 2,59$$

Calculo de la suma de tratamientos ajustados

$$SQTaj = [(t-1)/rtk(k-1)]EQ^2$$

$$SQTaj = 5,21$$

Calculo de la suma total de cuadrados

$$SQT + E(x)^2 - C$$

$$SQT = 25,00$$

ADEVA

FV	gl	SC	CM	F&
Bloques (no ajustados)	3	2,59	0,864	
Tratamientos (ajustados)	3	5,21	1,737	0,505
Error intrabloques	5	17,20	3,440	
Total	11	25,00		

F&: tet F (razón entre varianzas de tratamientos y error

$$F_{tab} \text{ al } 5 \% = 5,41$$

F& < F<sub>tab</sub>; por lo tanto no existen diferencias estadísticas